مجموعهٔ علوم: ۱۱

سیاهچاله‌ها

مسعود خیام

مجموعهٔ علوم : ۱۱

نشر گستره
۳۱

سیاهچاله‌ها

مسعود خیام

مسعود خیام
سیاهچاله‌ها
ویراستار : عبدالله فقیهی
چاپ اول ، پاییز ۱۳۶۳
حروفچینی ، مؤسسه مشیری
فیلم و زینک، لیتوگرافی تصویر
تعداد ۴۰۰۰ نسخه در چاپ دیبا به‌چاپ رسید
حق هرگونه چاپ و انتشار، مخصوص نشرگستره است
تهران ـ خیابان انقلاب ـ خیابان دانشگاه ـ کوچه پورجوادی ـ شماره ۱۳
تلفن : ۶۶۰۳۸۸

بنام آن که جان را فکرت آموخت

وجوب نشر "مجموعه علوم"، چیزی جز آشنایی هرچه افزونتر خوانندگان، به‌ویژه دوستداران کتب و آگاهی‌های علمی، با گسترهٔ بی‌کران علوم و دانش‌های انسانی نیست.

"مجموعهٔ علوم"، نظریه‌ها و دستاوردهای کهن و نوین اندیشمندان و صاحب‌نظران گذشته و حال را شامل می‌شود. و هرآنچه را که بتواند در خدمت انسان قرار گیرد، در طریق نیل به هدف غایی، ساختن و خوشبخت ساختن انسان‌ها، دربرمی‌گیرد.

ملاک گزینش نیز، تنها، ارزش علمی انسانی آثار منتشره در این مجموعه می‌باشد، باشد که گام کوچکی در جهت رهایی از قید وابستگی به‌تمامی بیگانگان برداشته باشیم.

نشر گستره

فهرست مطالب

منابع	۷
مقدمه	۹
فصل اول : تصویری از جهان .	۱۳
فصل دوم : با ما بدنبال سیاهچاله بیایید .	۳۱
فصل سوم : آدمخواران از نزدیک .	۶۹
فصل چهارم : رام کردن سیاهچاله‌ها .	۱۰۳
تصاویر رنگی	۱۲۷
فصل پنجم : با ما بداخل سیاهچاله بیایید .	۱۳۷
فصل ششم : نگرشی نوین	۱۶۳
فصل هفتم : درآغاز	۱۷۵
فصل هشتم : پایان ناگزیر	۲۰۱

منابع

۱ـ اخترفیزیک نسبیتی (کوتوله‌های سفید وسیاهچاله)
رمان سکسل ـ هانه لوره‌سکسل
مترجم: رضا منصوری
دانشگاه صنعتی شریف
تهران، ۱۳۵۹

2- Black Holes, the end of fhe Universe
John Taylor
Fontana/Collins
Second Imptession
London 1974

3- The Radiant Universe
Hans Rohr
Frederick Warne & Co. LTD
London 1972

4- The Cosmic Connection
Carl Sagan
Coronet Books
London 1975

5- Man Probes the Universe
Colin Ronan
Aldus Books
London 1964

6- Black Holes
Mort La, Brecque
Grolier Vol 1 PP. 240
New-York 1981

این ناقابل را به‌دو بزرگوار:

خانم دکتر مشکوة وآقای دکتر خیام،

تقدیم می‌کنم.

م.خیام

بنام خدا

مقدمه

واقعه خارق‌العاده کشف **سیاه‌چاله**[1] ، از مهمترین تحولات علمی قرن اخیر به‌شمار می‌رود . این پدیده نوین ستاره‌شناسی جدید ، به‌دنبال خود مسائل عمده‌ای را وارد قلمرو دانش و فلسفه نموده است. کتاب حاضر کوششی است در تشریح بعضی نکات مربوط به‌این **هیولای** مخوف آسمانها .

در داخل این شیئی ، قوانین اصولی حاکم بر جهان ما (حتی اگر در وجود چنین قوانینی تردید نداشته باشیم) ملغی شده و اصول مسلمه این‌جهان ــ و همراه با آن ، مفاهیم معمولی فضا و زمان ــ از اریکه فرمانروائی به‌زیر کشیده شده و درهم فرو می‌ریزند .

این کشف نه‌فقط جهان علم را دچار آشوب و اضطراب کرده است ، بلکه بسیاری از عقاید پایه‌ای انسان عادی را (چه درباره محیط اطراف و چه درباره مکان خویش در جهان) به‌مبارزه طلبیده ، به‌مخاطره افکنده و احیانا" ویران می‌سازد . از این روست که اهمیت شناخت این پدیده برای انسان عادی ، اگر بیش از اهمیت آن برای علوم نباشد کمتر هم نیست . زمانی که بشر کوشش می‌کند تا به‌سئوالات پایه‌ای زندگی و مرگ ، چه درمورد جانداران و چه درمورد اجسام بی‌جان ،

1.Black Hole

پاسخ بگوید و تلاش می‌کند تا قدرت تعقل و خرد خود را به سرحد کمال برساند، سیاه‌چاله، مانند دیواری نهائی درمقابل چشمان بشر خودنمائی می‌کند.

برای توضیح، در اینجا گفته شود که سیاه‌چاله ــ بطور خلاصه ــ دراثر فروریختن یک جسم سنگین (یک ستاره سنگین یا یک کهکشان معمولی) به‌طرف مرکز خود، تا آن درجه از غلظت و فشردگی که هیچ‌چیز ــ حتی نور ــ قادر به‌فرار از سطح آن به‌خارج نباشد، به‌وجود می‌آید.

پیش از نوشتن این کتاب، تصمیم داشتم که کتاب مهم و پرسروصدای پروفسور **جان تایلور**[1] دانشمند شهیر انگلیسی را، از روی چاپ ارزان‌قیمتی که در اواخر سال ۱۹۷۴م. در لندن منتشر شده بود ترجمه کنم (مرجع شماره یک). چه این کتاب کوچک درمقایسه با کارهای دیگران، یکی از بهترین کتابها است. نویسنده دانشمندآن، که خود از دست‌اندرکاران مسئله سیاه‌چاله‌ها می‌باشد، توانسته بود به‌سادگی مسائل مهمی را که با آنان سروکار داشته است، درحدود درک خواننده غیرمتخصص و تا سطوح دانش عمومی پائین آورد. از آنجا که این نخستین کتاب درباره مسئله عمده ایجاد سیاه‌چاله و خواص آن به‌زبان ساده می‌باشد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌همین‌دلیل، در نامه‌ای به‌آقای تایلور (۱۹۷۵م.) از ایشان رخصت ترجمه خواستم، که حضرتش ضمن ابراز خوشوقتی بسیار موافقت فرمود. اما سپس درطول مسیر با مشکلات متعددی مواجه شدم، به‌طوری‌که ترجیح دادم کار را به‌صورت یک گردآوری و برگردان (یا به بیان امروزین، تالیف) ادامه دهم، که به‌این‌ترتیب حاصل کار، کتابی که پیش روی شماست، به‌وجود آمد.

1.John Taylor

از هنگام نوشتن این کتاب تاکنون، تغییرات شگرف دیگری در جهان نجوم پدیدار شده است. به‌عنوان مثال: امروزه معلوم شده که کهکشان‌ها جزایر منفرد و مجزا نبوده و با یکدیگر برخورد می‌نمایند و حاصل این تصادمات به صورتهای مختلف می‌باشد، که یکی از آنها ایجاد سیاه‌چاله است. به‌طورکلی، اخیرا" مشخص شده که فضا شلوغتر و پرغوغاتر از آن است که در گذشته ـ حتی تا همین ده سال پیش ـ تصور می‌کردیم.

پیشرفت عظیم دیگر درجهت پیدائی پدیده مهم "اصل وحدت نیرو" است، (که من و در اینجا، آنرا به‌اینصورت نامیدم). این پدیده هنوز به‌طور کامل کشف نشده، اما از هم‌اکنون نشانه‌هائی دال بر وجود چنین اصلی در فیزیک فوق‌مدرن خودنمائی می‌کند. ظاهرا"، زیاد دور نیست روزی که دریابیم هر چهار نیروی طبیعت از یک منشاء واحد به‌وجود آمده‌اند.

برای ترجمه نام انگلیسی این پدیده اسامی مختلفی پیشنهاد شد، که بین آنها **حفره سیاه** از همه نزدیکتر به مفهوم به‌نظر می‌رسد. اما از آنجا که در زبان فارسی، واژه **سیاه‌چاله** توسط برخی از مترجمین به‌کاررفته است، به‌پیشنهاد ناشر محترم از همین نام استفاده شده است.

برای فصل‌بندی کتاب حاضر، نظام زیر رعایت شده است. نخست تلاش شده تا ضمن معرفی سیاه‌چاله، درباره مدارک و شواهد نظری و تجربی گفتگو شود و سپس، چگونگی استفاده از سیاه‌چاله به‌عنوان یک منبع انرژی تشریح گردد. پس از آن، شگفتی و وحشت درون این جسم مخوف مورد بررسی قرار گرفته است، مرگ مکتشف بی‌پروا در مسافرت به داخل این هیولا و نیز مسافرت در زمان و دیدن جهانهای دیگر، ازجمله مسائل بعدی موردگفتگو هستند. و در پایان،

نظرات جدیدی که با پیدایش سیاه‌چاله‌ها متبلور شده مورد گفتگو قرار گرفته است . به‌عنوان مثال آمده است که ، چگونه یـک شیئی به‌شدت‌فشرده‌شده می‌تواند شناخت جدیدی از سرآغاز و سرانجام جهان به‌ما بدهد ، به‌طوری‌که درمجموع می‌تـوان گفت کـه پدیده سیاه‌چاله تجدیدنظـری کلی در جهان‌بینی علم نجوم را ایجاب می‌کند .

و . . .

من در این کتاب کوچک ، به‌انسانهای بزرگی مدیونم .

آوردن نامشان را دستمایه دین بیشتر نمی‌کنم .

و با ذکری از :

و درودی به :

بسیار کسـان ،(آنقدر زیاد ، که نتوانی در اینجا حتی
نامشان را یاد کنی)

که در پیدائی این ناقابل نقش داشته‌اند .

نامشان ،

یادشان ،

گرامی .

سخن کوتاه .

م . خیام

فصل اول

تصویری از جهان

تصویری از جهان

در گذشته، تصور ما بر این بود که در مرکز جهان هستی قرار گرفته‌ایم. ولی امروزه معلوم شده که ساکن سیاره‌ای متوسط می‌باشیم؛ سیاره‌ای که در مدار ستاره‌ای متوسط می‌گردد و ستاره‌ای که خود در کهکشانی متوسط و با فاصله زیاد از مرکز آن قرار دارد. **کهکشان**[1] معمولی ما، در خوشه‌ای از کهکشانها (خوشه محلی) قرار گرفته است که حتی این خوشه نیز با چیزی به‌نام مرکز کهکشانها فاصله‌ای بعید دارد.

آخرین تصاویر علمی، که درحدود سه دهه گذشته به‌دست ما رسیده؛ به‌طرزی شگفت‌انگیز ارضاءکننده می‌باشند. اینک محقق گردیده است که مکان سکونت ما، در جهان، به‌هیچ‌عنوان خاصیت ویژه‌ای ندارد و نمی‌توان هیچ گونه ارجحیتی برای آن قائل گردید. امروزه می‌دانیم که نه‌تنها جایگاه ما غرورانگیز نمی‌باشد، بلکه زیست فیزیکی ما نیز چیز عمده‌ئی که اسباب غرور باشد؛ دربر ندارد. در این فضای لایتناهی، ما موجودات بشری به‌قدری کوچک هستیم که شاید هیچ دستگاه مقایسه‌ای نتواند نسبت اعجاب‌آور آن را نمایش دهد. بزرگی شگفت‌انگیز و هیبت پهناور فضا، همواره موجد بهتی عمیق در انسان بوده است. حالت خارق‌العاده ماده در مرکز یک ستاره، در تضاد با فضاهای خالی بین کهکشانها، در ما احساس احترام و ایجاد شگفتی می‌کند. ما در جهانی بدون احساس و بدون تفکر، چیزی هستیم در ردیف هیچ.

---

1. Galaxy

عظمت این گفتار هنگامی معلوم می‌شود که: ابعاد **منظومه شمسی**[1] را با فاصله خورشید تا نزدیک‌ترین ستاره و سپس تا مرکز کهکشان خودی؛ و پس از آن، تا نزدیکترین کهکشان همسایه مقایسه کنیم. برای انجام این مقایسه، به‌دو عدد نیازمندیم. اول سرعت نور، که میزان حرکت آن تقریبا" سیصد هزار کیلومتر در ثانیه می‌باشد و ایـن سریعترین پدیده‌ایست که در جهان وجود دارد. دومین عددی‌که برای اندازه‌گیری فضاهای بزرگ به‌آن نیازمندیم؛ عدد میلیارد می‌باشد. اگر شروع به‌شمارش اعداد متوالی از یک بنمائیم و اگر در هر ثانیه یک عدد بشماریم؛ یعنی به‌عنوان مثال: زمان شمارش عدد پانصد و چهل و سه میلیون و نهصد و هشتاد و هفت هزار و ششصد و پنجاه و چهار فقط یک ثانیه به‌طول بیانجامد؛ و ما، در تمام مدت شبانه‌روز بدون وقفه به‌شمارش مشغول بوده و در تمام روزهای سال بدون تعطیل این کار را ادامه دهیم؛ برای رسیدن به‌عدد یک‌میلیارد باید سی و دو سال وقت صرف کنیم. اگر فقط روزی هشت‌ساعت به‌این کار بپردازیم و بدون مرخصی سالانه و بدون تعطیل این کار را ادامه دهیم؛ درحدود نود و شش سال زمان برای شمارش این عدد لازم است. بدین‌ترتیب، برای اندازه‌گیری فضاهای بزرگ، به‌جای استفاده از واحدهای معمولی طول؛ از این اعداد استفاده خواهیم برد.

حال می‌توان بـه‌بررسی ابعاد فضـا پرداخت: فاصله مـاه تا کره زمین تقریبا" یک‌ثانیه نوری می‌باشد، درحالیکه فاصلهٔ زمین تا خورشید چیزی حدود هفت و نیم دقیقه نوری است. شعاع منظومه شمسی چیزی کمتر از پنج ساعت نوری می‌باشد، درحالیکه فاصلهٔ خورشید با اولین همسایه‌اش، چهار سال نوری است. شب‌هنگام که به‌آسمان می‌نگریم، چیزی درحدود شش‌هزار ستاره با چشم غیرمسلح خواهیم دید؛ که اینان اکثرا" خورشیدهائی هستند که برخی از آنان از خورشید ما بزرگتر و بعضی دیگر کوچکتر هستند. کهکشان ما موسوم به‌کهکشان **راه شیری**[2] می‌باشد و خورشید ما در لبهٔ این کهکشان دوکی‌شکل قرار دارد؛ فاصله زمین تا مرکز این کهکشان سی‌هزار سال نوریست.

1.Solar System 2.Milky way Galaxy

در داخل کهکشان ما، چیزی حدود دویست میلیارد خورشید وجود دارد. فاصلهٔ این کهکشان با همسایهٔ دیوار به دیوارش، دومیلیون سال نوریست. درحال‌حاضر، دورترین اشیائی که در آسمان رصد گردیده‌اند؛ درحدود شش میلیارد سال نوری با ما فاصله دارند.

زمانی که ما به جهان **"فوق بزرگ"** [1] اطرف نظر می‌افکنیم در خود احساس حقارت می‌کنیم؛ زیرا درمی‌یابیم که درمقابل آن‌همه عظمت چقدر ناچیز هستیم. این احساس نه‌فقط به‌خاطر عظمت فضا، بلکه به‌خاطر عظمت جرم‌ها و زمان‌ها نیز در ما به‌وجود می‌آید. همچنین اگر به‌تعداد خورشیدها و اجرام آسمانی نیز دقت کنیم؛ احساس مشابهی در ما ایجاد می‌گردد. در کهکشان ما ستارگان مختلف، با سنین و درخشندگی‌های مختلف، وجود دارد و همانگونه که ذکر شد تعدادشان بیش از دویست میلیارد می‌باشد. این درحالی است که مجموعه ستارگانی که تاکنون مورد مشاهده قرار گرفته‌اند؛ بیش از یکصد میلیارد میلیارد است. در آسمان گسترده‌ای که تاکنون مشاهده کرده‌ایم، چیزی بیش از یک‌میلیارد کهکشان وجود دارد.

زمان تکامل کهکشان‌ها و ستارگان داخل آنها نیز یک عدد نجومی است. برای مقایسه از تاریخ بشری استفاده می‌کنیم. تاریخ ثبت‌شده بشری درحدود شش‌هزار سال و تاریخ نامدون بشرهای اولیه چیزی درحدود یکصدهزارسال می‌باشد؛ درحالیکه عمر خورشید پنج میلیارد سال می‌باشد که چیزی درحدود پنجاه‌هزار برابر کل تاریخ مدون و نامدون بشریست. کهکشان راه شیری دو برابر این مدت، یعنی ده‌میلیارد سال پیش شکل گرفته است. دلایل و شواهد بدست‌آمده نشان می‌دهد که کل جهان هستی کنونی با یک **انفجار بزرگ** [2] از یک گلولهٔ متراکم نخستین، در دوازده میلیارد سال پیش، به‌وجود آمده است.

حتی در اینجا نیز مجموعهٔ اعداد بزرگ به‌پایان نمی‌رسد. در قسمتهای مختلف جهان، ماده وجود دارد. ولی شرایط زیست ماده ــ از یک مکان تا مکان دیگر ــ می‌تواند تغییرات فوق‌العاده عظیم بنماید؛ این تغییرات شامل

---

1. Macroscopic
2. Big Bang

جرم مخصوص، درجه حرارت و سایر کمیات فیزیکی می‌باشد. در فضای مابین ستارگان غلظت ماده بسیار اندک است؛ یعنی یک اتم در یک سانتیمترمکعب، درحالیکه چگالی ماده معمولی در ستارگان اغلب برابر با چگالی آب می‌باشد و این درحدود یک‌میلیون‌میلیارد میلیارد اتم در یک‌سانتیمترمکعب می‌باشد. این چگالی درمقایسه با چگالی هسته یک اتم، بسیار اندک است.

همانطورکه می‌دانیم، هسته اتم ــ که تقریبا" تمام جرم اتم در آن متمرکز است ــ از دو ذره‌ٔ اولیه ساخته شده است. در هر اتم تعداد مختلفی از این دو ذره یافت می‌شود، این دو جزء به‌نامهای **پروتون**[1] و **نوترون**[2] می‌باشند. پروتون دارای بار الکتریکی مثبت است، درحالیکه نوترون دارای بار الکتریکی نمی‌باشد. مطالعه ساختمان اتم در علوم جدید به‌ما می‌آموزد که برای راندن هسته‌های اتم به‌سوی یکدیگر و نزدیکتر نمودن آنها نیروی زیادی لازم است؛ زیرا هسته‌ها همیشه دارای بار الکتریکی مثبت می‌باشند، که این نیرو هسته‌ها را به‌جهت مخالف یکدیگر می‌راند. اگر ماده تنها از نوترونها تشکیل گشته بود، دیگر چنین واپس‌زدنی وجود نمی‌داشت.

تحت شرایط بسیار خاص، به‌ویژه در یک ستاره‌ٔ بسیار بزرگ، ماده‌ٔ خالص نوترونی ممکن است وجود داشته باشد. به‌طورکلی انتظار می‌رود که قسمت مرکزی ستارگان بسیار سنگین، تماما" و منحصرا" از چنین ماده‌ای ساخته شده باشد. تفاوت پروتون‌ها با نوترون‌ها در بار الکتریکی آن‌ها است. اگر بتوان تحت‌تاثیر نیروئی عظیم، **الکترونهای**[3] یک اتم را به‌سوی مرکز رانده و هسته را با الکترونهای خویش بمباران کنیم؛ از برخورد هر پروتون با هر الکترون یک نوترون به‌وجود می‌آید. از آنجا که چنین نیروی عظیمی به‌صورت نیروی فشاری در مرکز ستارگان سنگین وجود دارد؛ وجود ماده نوترونی در مرکز این ستارگان بسیار محتمل است. وزن مخصوص چنین ماده‌ای آنقدر بالاست که اگر به‌اندازه یک قوطی‌کبریت از این ماده را برداریم؛ وزن آن یک‌میلیارد تن خواهد بود.

تغییرات درجه‌حرارت در جهان ماکروسکپی نیز، بسیار عظیم و اعجاب‌آور

1.Proton
2.Neutron
3.Electron

می‌باشد . پائین‌ترین درجهٔ حرارت در فضای مابین کهکشانها ، نزدیک به صفر مطلق است . با روشهای نظری (تئوری) می‌توان نشان داد که ، صفر مطلق پائین‌ترین درجه حرارت جهان هستی بوده و مرز حرارتی محسوب می‌شود . این درجه‌حرارت، معادل دویست و هفتاد و سه درجه سانتیگراد زیر صفر است (۲۷۳/۱۵−) . در مرکز ستارگانی که در فضا مشاهده می‌نمائیم ، یعنی آنجا که تحولات حرارتی هسته‌ای شدید رخ می‌دهد، درجهٔ حرارت به‌چندین میلیون درجهٔ سانتیگراد می‌رسد . به‌عنوان مثال: درجه حرارت در سطح خورشید منظومه شمسی فقط شش‌هزار درجه سانتیگراد می‌باشد، درحالیکه در مرکز خورشید این عدد از شش‌میلیون درجه سانتیگراد نیز متجاوز است .

انرژی[1] نیز از کمیات دیگر فیزیکی است که دارای تغییرات بزرگ می‌باشد . براساس آخرین تحقیقات انجام‌شده مقدار کل انرژی موجود روی زمین ، از انواع سوختها گرفته تا نفت و فلزات سنگین مانند اورانیوم ، درمقایسه با انرژی خورشید منظومه شمسی بسیار اندک است . مقدار انرژی که خورشید از خود به‌بیرون می‌پراکند ، صدمیلیارد بار بیش از کل انرژی تولیدشده توسط بشر است و تازه؛ این درمقایسه با انرژی منتشرشدهٔ **اَبَر نواَختر**[2] بسیار اندک می‌باشد .

هنگامیکه سوخت ستاره‌ای درشرف اتمام است؛ این ستاره وارد مرحله جدیدی از زندگی خود می‌گردد . که در این مرحله، بسیار سریع و به‌شدت باقیماندهٔ سوختهای درونی خود را می‌سوزاند . این امر بسیار شبیه به‌انفجار است ، زیرا تمامی سوخت درونی در زمان کوتاهی به‌انرژی تبدیل می‌شود . در این مرحله ستاره فوق‌العاده پرنورتر و داغ‌تر می‌گردد و سپس برای همیشه خاموش می‌شود ؛ این انفجار را "سوپرنوا" می‌نامیم . در زمانی که این تغییر بزرگ و ناگهانی رخ می‌دهد ، درخشندگی ستاره به‌یکصدمیلیون‌برابر مقدار معمولی خود می‌رسد و گاه ممکن است که درخشنده‌تر و پرنورتر از تمامی کهکشانی گردد که خود در داخل آن است. این امر، تصویر آخرین و کشیده‌ترین

---

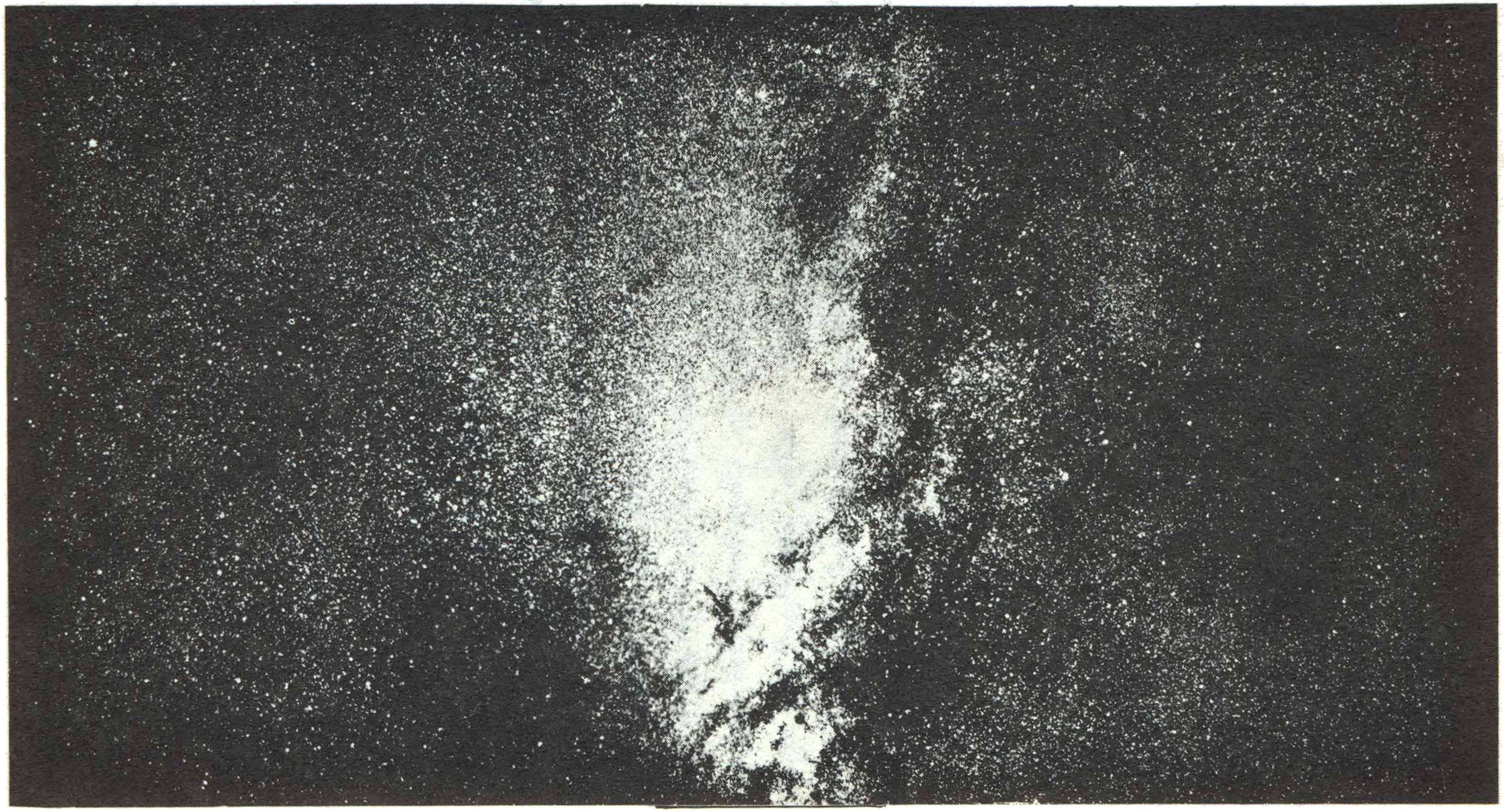
1. Energy　　2. Super Nova

شعله شمع را تداعی می‌کند .

در این مجموعهٔ عظیم اعداد ، وجود بشر بسیار ناچیز و حقیر به‌نظر می‌رسد . چگونه می‌توان در مواجهه با این شگفتی‌ها خوشبینی ضروری را حفظ کرد ، یا عمیقا " تحت‌تاثیر این عظمت قرار نگرفت و درباره‌ی آن تفکر نکرد ؟ فکر کردن دربارهٔ پیچیدگی و عظمت جهان ، می‌تواند باعث توقف کلیهٔ اعمال و افکار ما درمورد جهان‌شناسی بشود . خوشبینی اضافی می‌تواند به‌ساده‌لوحی تعبیر شود ، و نومیدی می‌تواند باعث توقف مطلق گردد و جوشش و کوشش انسان را متوقف سازد . حتی اگر انسان باور کند که می‌تواند شروع به‌دانستن و کشف رازهای جهانی که مقابل چشمانش‌رژه می‌روند بنماید ، چگونه می‌تواند بپذیرد که قادر به‌برقراری یک کنترل موءثر در روی این جهان خواهد بود ؟

امیدواری خوشبینان به‌این است که بشر از خرد خود برای پیشبرد زندگیش استفاده نموده ، به‌سرعت درک خویش‌را از خود و محیط اطراف بالا برده و به‌این‌ترتیب قدرت کنترل موءثری روی خود و محیط اطراف خویش به‌دست آورد . این امر با نرخ اندک تکامل طبیعی رخ نخواهد داد ، زیرا تغییرات در فرضیهٔ تکامل موقعی قابل‌توجه می‌باشد که چیزی درحدود یک میلیون‌سال را دربر گیرد . اما به‌منظور مقابله با تهدید خطرات قریب‌الوقوع ، بشر به‌تغییرات سریعی که زمان زیادی را اشغال ننماید و حداکثر در طول پنج دهه انجام پذیرد نیازمند است . در برنامه‌های محرمانهٔ فضایی سخن از **کمک‌های مصنوعی**[1] می‌رود ، که این امر عبارت از انجام یک‌سری اعمال روی ارگانهای متفکر مغز بشریست. این "کمک‌های مصنوعی "،تاکنون استفاده‌های سرشاری را سبب شده‌اند . محرمانه بودن پروژه‌های فضائی، باعث عدم اطلاع ما از ارتباط "کمکهای مصنوعی " با سفینه‌هائی که به‌ماه و سیاره‌های همسایه در منظومه شمسی فرستاده شده‌اند ، گردیده است .

۱- Artificial Aids ، یا آنچه که به‌نام "کمک‌های مصنوعی " معروف گشته است؛درواقع شامل طیف وسیعی از عملیات و تحقیقات احیانا " خلاف مقررات جاری و خلاف وجدان آدمی است که در جوامع پیشرفته ، بنا به‌ضرورت،بر روی برخی مواد (انسانها) اعمال می‌گردد .



کهکشان راه شیری.

هم‌اکنون اطلاعات بشر درمورد ذهن انسان به‌مقدار زیادی افزایش یافته است، و امید می‌رود که درآینده نزدیک این اطلاعات به‌مقدار قابل‌ملاحظه‌ای افزون گردد. پیشرفتهای بدست‌آمده درمورد درک فیزیکی جهان در قرن اخیر، به‌ویژه در سه دههٔ آخر، حیرت‌آور است. چرا که اطلاعات کنونی بشر درمورد عملیات هسته‌ای، حتی با بیست سال پیش نیز غیرقابل‌مقایسه است. درحال‌حاضر، بشر شروع به‌ساختن مدلی نموده که رفتار همه‌جهان را تشریح می‌نماید. این جهان، جهانی است که از حدود مشاهدات فعلی ما خارج بوده و هزاران‌میلیون سال نوری با ما فاصله دارد. این مدل برپایهٔ خواص ذرات کوچکتر از میکروسکپی اتمها و اجزاء تشکیل‌دهندهٔ آنها قرار دارد. این برای نخستین بار است که بشر موفق به‌ارائه مدلی گویا از جهان ماکروسکپی، با استفاده از خواص جهان میکروسکپی و حتی کوچکتر از آن، می‌گردد. امروزه ثابت شده است که درک خواص جهان "**بسیار کوچک**"[1] برای درک و شناخت چگونگی دنیای "بسیار بزرگ" اهمیت قطعی دارد. وحدت "جهان‌بینی برمبنای عوامل بسیار بزرگ" و "جهان‌بینی با استفاده از خواص مادون‌میکروسکپی‌ها"، که خود به‌مسائل عارفانهٔ وحدت‌وجودیها شباهت تام دارد، به‌حل مسئله "جهان‌شناختی کامل" کمک موٴثر و ارزنده‌ای می‌نماید.

امروزه خواص ابتدائی ماده، برمبنای تحلیل **چهار نیروی اصلی** و شناخت اجزاء تشکیل‌دهنده ماده توضیح داده می‌شود. این نیروها عبارتند از:

۱ـ نیروی جاذبه مابین دو جسم که دارای جرم هستند.

۲ـ نیروی الکترومغناطیسی مابین اجسامی که بار الکتریکی دارند.

۳ـ نیروی هسته‌ای قوی که مابین پروتون و نوترون وجود دارد.

۴ـ نیروی رادیواکتیو یا نیروی هسته‌ای ضعیف، که باعث ازبین‌رفتن اتمهای سنگین مانند اورانیوم می‌شود.

نیروی اخیر به "نیروی ضعیف" موسوم است، زیرا بسیار ضعیف‌تر از

1.Microscopic

نیروی الکترومغناطیسی و نیروی هسته‌ای عمل می‌کند .

امروزه می‌دانیم که ماده از مولکولها تشکیل شده است ، و **مولکول**[1] کوچکترین واحد یک جسم مرکب است که دارای خواص ماده تشکیل‌دهندهٔ خود می‌باشد . ترتیب قرار گرفتن مولکولها در اشکال مختلف ماده یعنی جامدات ، مایعات و گازها بصورت‌های مختلف می‌باشد . در جامدات،این مولکولها خیلی نزدیک به‌یکدیگر قرار دارند و دارای حرکت خفیفی می‌باشند . در مایعات،فاصلهٔ مولکولها بیشتر و حرکتشان نیز محسوس‌تر است . در گازها ، مولکولها تقریبا " بصورت کاملا " آزاد می‌باشند و حرکت آنان بسیار بیشتر است .

اینک مشخص شده که مولکولها ، خود از اتمها ساخته شده‌اند . در گذشته یونانیان تصور می‌کردند که اتم آخرین جزء لایتجزای ماده می‌باشد ؛ ولی امروزه ثابت شده که اتم کوچکترین ذرهٔ یک جسم ساده است که خواص شیمیائی خود را حفظ می‌کند . اتمها را می‌توان شکست و به‌ذرات کوچکتر و ابتدائی‌تری رسید . این اتمها حاوی الکترون می‌باشند ، که ذره‌ای بسیار سبک با بار الکتریکی منفی است . الکترون همیشه بدور مرکز اتم ، موسوم به هسته ، می‌چرخد . هسته مرکزی اتم دارای جرم بوده،که درمقایسه با الکترون بسیار سنگین می‌باشد . این هسته خود از دو بخش نوترون و پروتون تشکیل گردیده است . جرم یک اتم بواسطه تعداد پروتونها و نوترونهای هستهٔ مرکزی بدست می‌آید ؛ اما خواص مختلف شیمیائی اتم را تعداد الکترونهایی که بدور هسته می‌چرخند مشخص می‌نمایند .

زنجیره ماده ، مولکول ، اتم ، الکترون ، هسته ، پروتون و نوترون در همین‌نقطه ختم نمی‌شود . آزمایشگاههای اتمی مجهز ، به‌ما امکان می‌دهند بجستجوی اجزاء تشکیل‌دهندهٔ الکترون ، پروتون و نوترون نیز بپردازیم . درواقع طی سی‌سال گذشته ، پیگیری‌های بسیاری برای یافتن اجزاء تشکیل‌دهندهٔ ذرات داخل اتم انجام شده است . هم‌اکنون نشانه‌هائی از اجزاء کوچکتری در داخل پروتون و نوترون بدست آمده است . این اجزاء کوچکتر

1.Molecule

زمانی که پروتون و نوترون را مانند دو گلوله بیلیارد بـا کمک انرژی زیادی بهم می‌زنیم ؛ ضمن برخورد پرسروصدای آنها ، آزاد می‌شوند . هنوز این ذرات از طرق آزمایشگاهی بدست نیامده و مهار نگشته‌اند ؛ اما وجود آنان محقق شده و برای آنان نام **کوآرک**[1] پیشنهاد گردیده است . برای مهار کردن کوآرکها و ذرات ابتدائی‌تر ، بـه‌نسل جدیدی از **شتاب‌دهنده**[2]های ذرات نیازمندیم . که خوشبختانه در برنامه‌های تحقیقاتی مراکز بزرگ علمی جهان، ساخت این شتاب‌دهنده‌ها نیز موردتوجه است . اما ، سئوال اساسی این است که پس از کشف و مهار کردن کوآرکها ، چرا باید در این مرحله توقف کنیم ؟ چرا بدنبال اجزاء تشکیل‌دهندهٔ کوآرکها نگردیـم ؟ و سپس بدنبال اجزاء تشکیل‌دهنده آنـان و اجزاء اجزاء و . . . تا بی‌نهایت . در چنین وضعیتی پس از هزاران سال تلاش و یافتن اجزاء اجزاء اجزاء . . . بدون تردید مایوس گشته و خواهیم پذیرفت که هرگز نمی‌توان به‌بی‌نهایت دسترسی یافت .

احتمال دیگر این است که ما ، در مسیر تلاش و جستجوی خود در اعماق، به‌ذره‌ای اولیه ــ که خود تشکیل‌دهنده و بوجودآورنده تمامی ذرات کوچک داخل اتمها باشد ــ برخورد کنیم . و با این‌ترتیب، معلوم شود که نفوذ به‌داخل اتم تا بی‌نهایت ادامه ندارد . دلیل این سخن ماهیت چهار نیروی اساسی طبیعت،یعنی : نیروی جاذبه ، نیروی الکترومغناطیس ، نیروی هسته‌ای و نیروی ضعیف می‌باشد . ما این نیروها را چگونه تفسیر خواهیم کرد و اینان چگونه بوجود می‌آیند ؟ فیزیک مدرن بما اجازه می‌دهد که هریک از نیروهای نامبرده فوق را در ارتباط بـا عملکرد یک ذرهٔ مشخص بشناسیم ؛ ذراتی که در این اواخر کشف شده‌اند یا هم‌اکنون درشرف اکتشاف قرار دارند. وجود هر نیرویی را ، کـه مابین دو ذره عمل می‌نماید ، می‌توان معلول تغییرمکان آن ذرات دانست . از آنجا که نیروهای چهارگانهٔ:جاذبه ، الکترومغناطیس ، هسته‌ای و ضعیف بخاطر تغییرمکان داخلی ذرات مادی بوجود می‌آید ؛ آن ذرات را به

۱ــ Quark ، برای مطالعه بیشتر به‌کتاب ، **کوارکها و لپتونها** ، از سری **"مجموعه علوم"** نشر گستره مراجعه شود .

2.Accelerator

نامهای **گراویتون**[1] ، **فوتون**[2] ، **مزون**[3] و **بوزون**[4] می‌نامند . بررسی نیروهای عمل‌کننده روی ماده و یافتن ذرهٔ نهائی تشکیل‌دهندهٔ اجزاء ماده ؛ با استفاده از مؤلفه‌های کوچکتر نیرو یا **کوانتوم نیرو**[5] ـ که ما در اینجا آن را "نیروچه" می‌نامیم ـ انجام می‌شود . نیروهای کوچکتر روی ذرات داخل ماده اثر می‌کنند ، از آنجا که اجتماع "نیروچه"های مثلا" الکترومغناطیسی باید به‌نیروی الکترومغناطیس منجر شود ـ و هیچ‌نوع نیروی دیگری نمی‌تواند ایجاد کند ـ ما قادر خواهیم بود، که به‌تفرق و تعدد اجزاء تشکیل‌دهندهٔ داخل اتم پی بریم .

آزمایشات نشان می‌دهند که اگر ما زنجیرهٔ ماده ، مولکول ، اتم ، الکترون ، پروتون ، نوترون ، کوآرک و . . . را تا بینهایت ادامه دهیم ؛ تغییرات نیروهای داخلی این ذرات اولیه فوق‌العاده زیاد شده و حرکت **توربولان**[6] (مغشوش) داخل اتم؛باعث تعدد نیروها می‌گردد . باین‌معنی که، تعداد نیروهای تشکیل‌دهندهٔ کل جهان بسیار بیش‌از چهار نیروی شناخته‌شده فوق خواهد شد . از آنجا که پس‌از تلاشهای اینشتین در راه ایجاد تئوری میدان واحد ـ و با پشتکار جانشینان او ـ هم‌اکنون دلایلی بدست آمده مبنی بر این که نیروهای عمل‌کننده در جهان درواقع یک نیروی واحد بوده و چهار نیرو نمی‌باشند ؛ و این چهار نیرو بطریقی چهار جلوهٔ مختلف از یک نیروی واحد هستند ؛ پس می‌توان نتیجه‌گیری نمود که ذرات داخلی اتم نیز ، که نباید باعث پراکندگی نیروها شوند، از یک ذره اولیه ساخته شده‌اند .

درحال‌حاضر ، فرضیه‌ای که مقبولیت عامه دربین دانشمندان اتمی یافته اینست که : ذرات اولیهٔ الکترون ، پروتون ، نوترون ، مزون ، بوزون ، گراویتون وغیره ـ که تعدادشان بسیار زیاد می‌باشد ـ خود از یکدیگر بوجود آمده و قابل‌تبدیل بیکدیگر می‌باشند . این فرضیه جدید ، با محاسباتی که اخیرا" انجام گرفته و با نتایج آزمایشات مدرن کاملا" توافق دارد . آنالوژی این فرضیه در زندگی بشر، او را به‌مغالطه کشاند . آیا افراد بشر می‌توانند یکدیگر

1.Graviton
2.Photon
3.Meson
4.Boson
5.Force Quantum
6.Turbulent

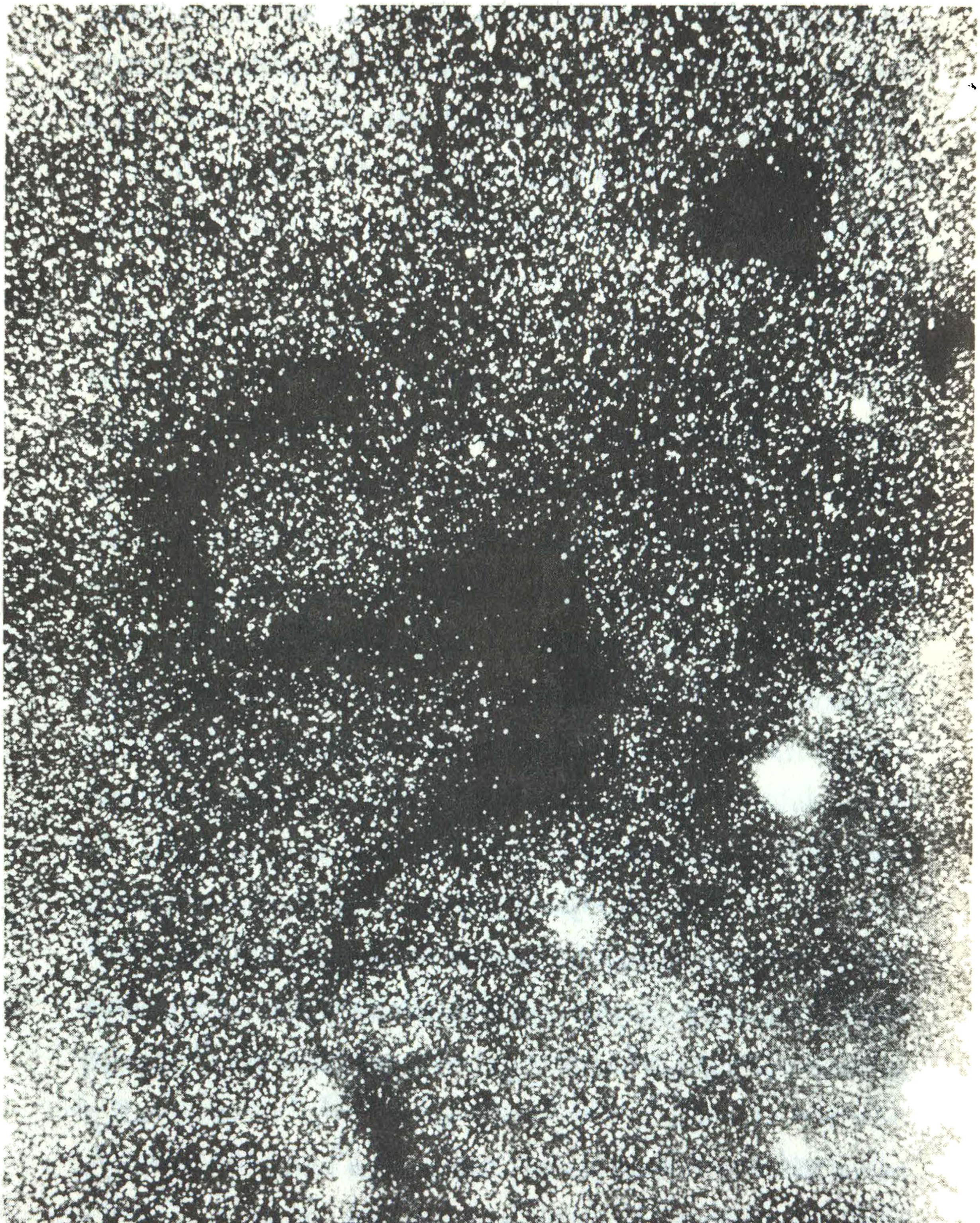
را بصورت معکوس بوجود آورند ؟ آیا یک بچه می‌تواند پس از آنکه بدنیا آمد پدر و مادر خویش را خلق کند ؟ این امر با داشتن یک ماشین زمان قوی امکان‌پذیر است ، باین‌ترتیب که کودک به‌گذشته بازگشته ، والدین خود را تولید می‌نماید و خود ، پدربزرگ خویش می‌شود !

موفقیتهای آزمایشگاهی فرضیهٔ فوق‌الذکر ، ما را ناگزیر به‌جدی‌تر گرفتن آن می‌نماید ، بهرحال این تنها راه شکستن زنجیر متوالی اجزاء اجزاء اجزاء . . . ماده است. این امر در جهان کوچکتر از کوچک‌ها (مادون میکروسکپی) ما را با این حقیقت محتوم مواجه می‌سازد که ، ذرات اولیه همواره وجود داشته‌اند . این خودبخود وجود داشتن، برای جهان بزرگتر از بزرگ‌ها (فوق ماکروسکوپی) هم موردپژوهش قرار گرفته است . امروزه این پژوهشها مراحل اولیهٔ خود را می‌گذرانند ولی تا همین مرحله هم نشان داده شده است که ، حل یکباره و یکجای جهانهای بسیار کوچک و بسیار بزرگ بغرنج بوده و هنوز ما به‌آزمایشهای منفرد در هردوجهان نیازمندیم . درحال‌حاضر آنچه که به تحقیق می‌توان گفت این است که ، دنیای‌فیزیک‌اتمی بطورقطع وارد تحقیقات فیزیک نجومی گردیده است . مثلا " امروزه می‌دانیم که تولید انرژی در یک ستاره بوسیلهٔ سوخت هسته‌ای انجام می‌پذیرد و **گدازه‌های**[1] هسته‌ای ــ که مهمترین آنان **سیکل هیدروژن**[2]، کربن ، ازت و هلیوم است ــ مقدار عظیمی انرژی آزاد می‌نماید . باین‌ترتیب ، با کمک فیزیک اتمی ، راز انرژی سرشار خورشیدها از پرده بیرون افتاده است .

درحال‌حاضر ، هیچ دلیلی در دست نیست که مانع بسط تئوری خلقت ذرات از یکدیگر گردد . بسط این تئوری در پهنه جهان ، ما را به‌نتیجه‌ای منطقی ، ساده و درعین‌حال شگفت‌آور رهنمون می‌شود . اگر بسط این تئوری ممکن باشد، "غیرممکن " بطورحتم ازبین رفته و ما موفق بحل مسئله گشته‌ایم . زیرا دراینصورت، تنها یک جهان می‌تواند وجود داشته باشد و آن جهانیست که ما در آن زندگی می‌کنیم. و این جهان، خود را و هرچه را که در آن است

1.Nuclear Fusion

2.Hydrogen-Helium Cycle



سحابی بارنارد ، کهکشان راه شیری

بوجود می‌آورد . اما باید مراقب بود که در بسط تئوری خلقت تناوبی ذرات و استنتاجات فلسفی از آن ، دچار خوشبینی بیش از حد نگردیم . زیرا بنظر می‌رسد که دنیای خودساز،باعث بوجود آمدن هستی از نیستی می‌شود .

برای شروع جهان باید ابتدا چیزی وجود داشته باشد ، که درطول زمان بتواند خود را بسازد و بصورت فعلی درآورد . همچنین فرض وجود چیزهائی (پدیده‌هائی ؟) با حداقل کیفیت ، برای زمان ، برای جلوه‌های مختلف انرژی و برای قانون علت و معلول ناگزیر است . این چیزها از کجا می‌آیند ؟ آیا آنها نیز می‌توانند خود را خلق کنند ؟ یا مجبور هستیم که وجود آنان را بصورت اصل مسلم بپدیریم ؟ اگر مجبور شویم چنین کنیم ، حقیقتا" در موقعیت بهتری نسبت به‌نقطهٔ شروع خود قرار نداریم . ما از سئوال دربارهٔ بینهایت آغاز کردیم و اینک مجددا" به‌بینهایت رسیده‌ایم ، این روبرو گشتن با بینهایت در سفر بینهایت ، بما نشان می‌دهد که حتی به‌اندازه یک قدم قادر به‌نفوذ در داخل بینهایت نگشته‌ایم . و این است آن احتمال دردآوری که ما باید درآینده خود را برای مقابله با آن آماده سازیم . اگر فرضیه‌وجود خودبخود اجزاء ماده رد بشود، که‌این نیز غیرمحتمل نمی‌باشد ، مجبور به‌گلاویزشدن با زنجیره متوالی اجزاء اجزاء اجزاء . . . ماده خواهیم شد . و این زنجیره تاآنجا ادامه خواهد یافت که مقاومت بشری بپایان برسد ، درحالیکه به‌جواب نهائی نرسیده و هرگز نخواهیم رسید .

طبیعتا" این زنجیره یا تا بینهایت ادامه پیدا می‌کند ، یا در جائی متوقف می‌گردد . دو راه پیداست ، هردو مرموز و پر از اسرار . در اینجا **پارادوکس**[1] عظیم فلسفهٔ علمی، که ناشی از فیزیک اتمی می‌باشد، خودنمائی می‌کند :

۱ــ ما هرگز نمی‌توانیم بدانیم که آیا ذرهٔ تشکیل‌دهنده آخرین جزئی که یافته‌ایم ، وجود دارد؟ تا بدنبال آن بگردیم . (بهرحال بشر دست از تحقیق برنداشته و با امید به‌یافتن ، جستجو را ادامه خواهد داد) .

---

1. Paradox

۲ـ ما مجبور به‌بازگشت ، به‌فرضیهٔ تولید ذرات از یکدیگر ، خواهیم شد که این فرضیه از پیش، نپذیرفتنی بوده است .

تنها درصورتی از این گمگشتگی نجات خواهیم یافت که بتوانیم ذره اولیه‌ای بیابیم، که خود نمایشگر وجود دائمی خود بوده و بتواند تمامی کمیات فیزیکی را تولید نماید . این ذره ، آجر ساختمان کمیات فیزیکی می‌باشد . آیا چنین ذره‌ئی وجود دارد ؟

احتمال اینکه ایده‌هائی بتوانند خود را بوجود آورند ، وجود ندارد . ما چگونه می‌توانیم حتی کوچکترین تصوری داشته باشیم از اینکه زمان ، خود را بوجود آورد ؟ درواقع ، مـا درست در همانجائی هستیم که از اول شروع کرده بودیم . اگرچه بنظر می‌رسد که بن‌بست از دوسو است ، اما نیازی نیست که مسئله را در اینجا رها سازیم . درهرصورت ، ممکن است خوشبینان بکلی گمراه شده و اعتقادشان ـ مبنی بر اینکه دنیا بطور کامل قابل‌تشریح است ـ غلط باشد . امـا آنان هنوز می‌توانند نیمه‌خوشبین باقـی بمانند ، چرا که خوشبینان تاآنجاکه بتوانند پیش می‌روند تا به‌مرزهای واقعی خویش برسند .

ما در اینجا به‌یکی از سئوالات قبلی خود بازمی‌گردیم . چرا در مواجهه با این راز همیشه موجود ، بدبین نباشیم ؟ جواب اینست که ، ما می‌بایست محیط اطراف خود را بشناسیم تا از راه شناخت دقیق بتوانیم بر آن مسلط شویم و قدرت کنترل روی آنرا بدست آوریم . اگر ما هرچه سریعتر به‌اینکار نپردازیم ممکن است زمانی ، در آینـــده نه‌چندان دور ، در اثر یک سانحهٔ طبیعی ازبین برویم . خورشید مـا ممکن است منفجر شود . یا حتی برطبق برخی از مشاهدات ، ممکن است خیلی سریع سرد شود . ممکن است تهدید **سیاله‌چاله** نزدیکتر از آن باشد که خیال می‌کنیم ، ممکن است روزی بشر توسط سیاه‌چاله‌ها بلعیده شود و این خطر همواره موجود است . شاید در نزدیکی ما یک ستاره درشرف آغاز انفجار "سوپرنوا" باشد ، که حرارت و تشعشعات فوق‌العاده مضـر آن تمامی موجودات روی کـرهٔ زمین را ازبین ببــرد . ما می‌بایست برای یک‌چنین احتمالاتی آماده باشیم و برای رسانیدن بشر به‌یک آیندهٔ ایمن و مناسب ، تلاش نمائیم .

این آینده فقط با کوشش خوشبینان و تلاش ازجان‌گذشتگان راه دانش

تامین خواهد گردید ، آنان بایستی تمامی رازهای محرمانهٔ جهان را کشف کنند و بویژه می‌بایست مراقب حالتهای خطرناک طبیعت باشند . تحت چنین شرایط حادی است که قوه درک فعلی ما ، در بوتهٔ سخت‌ترین آزمایشها قرار می‌گیرد . ما سخت‌ترین کوششهای خود را انجام داده و در اطراف خود ، روی زمین و در آسمانها ، بدنبال چیزهای غیرمنتظره و پدیده‌های نو می‌گردیم . پدیده‌هائی که امکانات کنونی ما برای شناخت آنها کافی بنظر نمی‌رسند . در اینجاست که سیاه‌چاله ، به‌عنوان خطرناکترین پدیدهٔ شناخته‌شده طبیعت کنونی ، رل بسیار مهمی را بازی می‌کند . در سیاه‌چاله ، قوانین فیزیکی در داخل کوره‌ای جوشان رنگ باخته و معانی و مفاهیم خود را ازدست می‌دهند . در سیاره‌چاله کلیه قوانین شناخته‌شده به‌بوتهٔ فراموشی سپرده می‌شوند ، و باید قوانین خاص آنرا کشف نمود . به‌عنوان مثال : سیاه‌چاله جائی است که زمان تمام می‌شود ، یا شروع می‌گردد . برای اینکه بدانیم سیاه‌چاله چیست ، باید به‌داخل آن سقوط کنیم

فصل دوم

باما بدنبال سیاهچاله بیایید

با ما بدنبال سیاه‌چاله بیایید

هیچکدام از ما نمی‌خواهیم بمیریم ، اما مرگ با ما و برای ما است ، زیرا هنوز قادر به‌اکتشاف راههای پیشگیری از مرگ نگشته‌ایم . این غم‌انگیز بوده و درعین‌حال نمایانگر ضعف ماست . درواقع تمام جانداران از لحظه تولد شروع به‌مردن می‌کنند و هیچیک نمی‌توانند از مرگ بگریزند . ممکن است که ما روزی ناگزیر از پذیرش مرگ ، به‌عنوان یکی از خواص قطعی و حتمی زیست ، گردیم . اما هنوز امیدوارانه برای عقب راندن مرگ و دستیابی به‌جاودانگی تلاش می‌کنیم ، درست همانگونه که کیمیاگران در قدیم سرسختانه ــ اما بیهوده ــ به‌این کار مشغول بودند . چرا که :

"کوشش بیهوده به از خفتگی" .

سخن‌گفتن درباره زندگی و مرگ اشیاء معمول نیست ، با اینحال برخی اجسام رفتاری شبیه به‌جانداران از خود نشان می‌دهند ، زیرا به‌عنوان مثال : از درون دگرگون می‌شوند ، یا در بیرون شکل ظاهریشان تغییر پیدا می‌شود ، مسن می‌گردند ، و حتی پوسیده و فاسد شده و به‌اجزاء اولیه‌تر تجزیه می‌شوند . بطوری‌که درحالت طبیعی به‌هنگام سخن گفتن دربارهٔ این اشیاء تمایل پیدا می‌کنیم بگوئیم آنها متولد شدند ، رشد کردند ، پیر شدند ، و بالاخره مردند و نابود شدند . دقت‌نظر درمورد چگونگی این تغییرات و بررسی خواص این دسته اجسام ، ممکن است ما را به‌کشف جاودانه‌های غیرزنده رهنمون شود و اجسامی بیابیم که همواره باقی می‌مانند .

جستجو و بررسی بیشتر درمورد اجسام جاودانه ، راز جاودانگی آنان را برملا خواهد نمود و ما خواهیم آموخت که چگونه سرعت سیر زمان را آهسته‌تر

نموده و درنهایت زمان را بطور کامل متوقف کنیم . شاید با این شیوه بتوان از مرگ احتراز نمود . جالب‌توجه است که، با بررسی و تحلیل رفتار اشیائی که هرگز زنده نبوده‌اند ، بتوان از مرگ دوری گزید و آن را واپس زد . این دقیقا " چیزی است که در لبه سیاه‌چاله می‌تواند رخ دهد . در گذشته بطور طبیعی جاودانگی را بـه‌ستارگان نسبت می‌دادند ، زیـرا گوی‌های ثابتی که تقدیر بشری را کنترل می‌نمایند می‌باید که جاودانه باشند . بشر امروزی ــ که مجهز به‌دیدگاههای مدرن علمی است ــ به‌طرز تفکر ساده‌لوحانهٔ پیشینیان خود می‌خندد ، بویژه که با کشف انفجار سوپرنوا دریافته است که ستارگان می‌میرند . در این انفجار ، ستاره ناگهان شعله‌ور شده و درخشش آن میلیونها بار بیشتر می‌گردد ، و به‌سرعت خود را سوزانده و تمام می‌کند ، بطوریکه بعد از آن دیگر دیده نمی‌شود .

پس از اکتشاف برابری جرم و انرژی ، ما تشخیص دادیم که کلیه ستارگان به‌ناگزیر باید تغییر کنند . زیرا آنان بطورمداوم از خود نور (انرژی) ساطع کرده و به‌این‌ترتیب جرم خود را ازدست می‌دهند . منبع این انرژی، ذخیرهٔ محدود جرم این ستارگان است . بنابراین هنگامی‌که تمام سوخت ستاره به پایان رسید ، ستاره خاموش‌گشته و خواهد مرد . پس می‌توان گفت که ستارگان جاودانه نیستند . جالب اینجاست که بشر باستانی بدون آنکه خود بداند به‌حقیقت امر تاحدودی نزدیک شده بود ، زیرا ممکن است در مرگ یک ستاره راز جاودانگی ما نهفته باشد .

در بعضی از ستارگان مرده ، پدیده‌های اعجاب‌آور و ناخوشایندی وجود دارد ، حتی در برخی از آنان ما با "بینهایت" ، چهره به‌چهره روبرو خواهیم شد . از آنجا که بزرگترین جرمها و انرژیهای جهان در ستارگان ، و فقط در ستارگان ذخیره گشته است ، می‌توان انتظار چنیـن پدیده‌های اعجاب‌آوری را داشت . در قسمتهای درونی خورشید ، یا ستارگان آتشین دیگر ، شعله‌هائی که درنهایت به‌تشکیل زمین پرداخته و کارشان ایجاد زیست ، و گاه نابودی آن است درحال غلیـان می‌باشند . در سرمـای تنهائی و نادانـی زیست ، ناگزیریم خویشتن را با آتش این کوره‌ها گرم کنیم اما باید برحذر و مراقب باشیم کـه تبدیل به‌زغال نگشته و خاکستر نشویم . در پرتو وقایع دو دهه

اخیر می‌توان به‌جرأت گفت که،برای ما زمینیان عصر مسافرتهای فضائی آغاز گشته است. ما در فضا با خطرات بسیار عظیم روبرو هستیم ، و بسان کودکی که نخستین‌بار از منزل جنگلی خود بیرون می‌رود ، ما نیز می‌بایست که مراقب گرگان گرسنه باشیم. با پیشرفت علوم ، تشخیص ما درمورد خطرات جهان خارج فزونی می‌یابد. هرچه این آگاهی‌ها عمیق‌تر می‌گردد ، بیشتر بنظر می‌رسد که "خطر نهائی" ، یعنی **سیاه‌چاله** ، خود را برای بلعیدن ما مخفی نموده است.

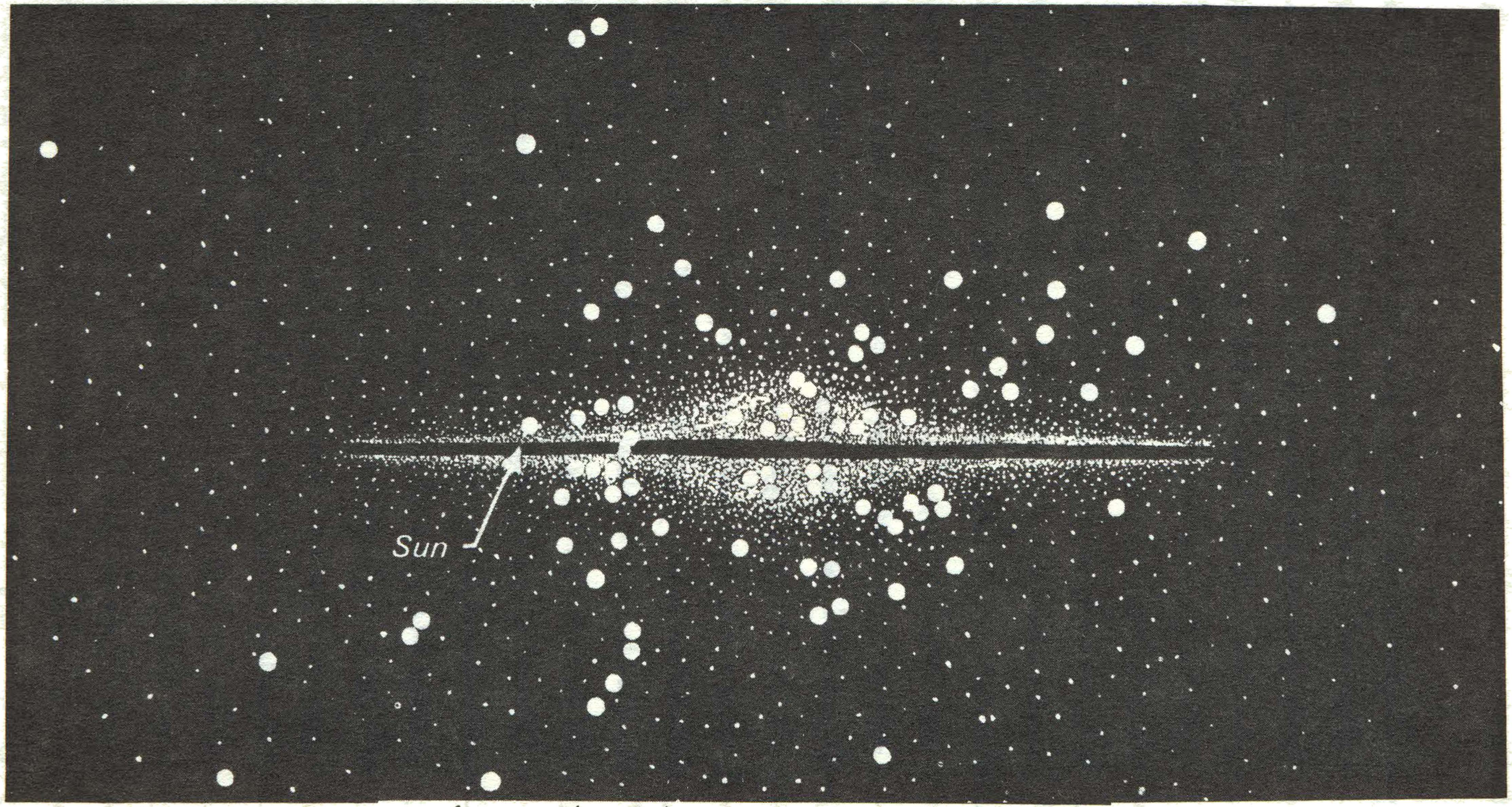
گفتیم که ستارگان تولد یافته ، رشد کرده ، پیر شده و می‌میرند. هم‌اکنون درکهکشان راه شیری ، ستارگان نوزاد بسیاری درحال تولد می‌باشند. درواقع ستارگان جدید ، نه‌تنها در راه شیری بلکه در سراسر کهکشان‌های جهان ، درحال تشکیل می‌باشند. این خورشیدها از ذرات پراکندهٔ گاز ئیدروژن و ذرات بسیار ناچیز **غبار گرافیت**[1] فضائی و سنگ‌ریزه‌های شناور ، که در فضای مابین ستارگان کنونی شناور هستند ، بوجود می‌آیند. درکهکشان راه شیری ، گازها و غبارهای فضائی در بازوی مارپیچ کهکشان متراکم شده‌اند. امواج ضربهٔ سرگردان ، که درحال حرکت به‌اطراف کهکشان می‌باشند ، باعث انقباض ماده بین ستارگان می‌شوند و آنها را بصورت ابرهای‌بزرگ ویا گوی‌های کوچکی از ماده درمی‌آورند. ابرهای‌فضائی واقعا" بصورت ابر دیده می‌شوند ، پرده‌های رقیق و تاریکی که ستارگان را در قسمتهای مختلف آسمان از نظرگاه ما مخفی می‌کنند. اگر در نزدیکی این ابرها ستارگانی قرار داشته باشند که بتوانند به‌آنها نور داده و آنان را روشن نمایند ، ابرها بصورت سحابی تابان دیده می‌شوند: بمحض اینکه ذرات غبارهای‌فضائی تشکیل‌دهندهٔ این ابرها ، در اثر عاملی خارجی مانند موج ضربه یا جاذبه داخلی گرد هم آمده و به یکدیگر نزدیکتر شوند ، مادهٔ منقبض‌شده شروع به‌انقباض‌بیشتر می‌کند. در این‌حالت تودهٔ فشرده دارای جرم مخصوص بیشتر بوده و نیروی جاذبه در این میدان قوی‌تر عمل می‌نماید ، و ذرات مختلف گاز یا غبارهای فضائی بدون مقاومت بسوی یکدیگر کشیده می‌شوند.

1.Graphite

در اینجا گفتنی است که، هنوز ماهیت واقعی نیروی جاذبه مشخص نشده است. البته توضیحات اینشتین، مبنی بر ایجاد سرسره‌های فضائی در اطراف اجسام مادی و خم نمودن فضا توسط این اجسام، بسیار بهتر از تئوریهای پیشین موفق به‌توضیح مسئله می‌شود. در مراحل اولیه تکوین ستارگان، ابرهای فضائی تشکیل‌دهندهٔ ستاره، بسیار رقیق‌تر می‌باشند و نیروی جاذبه قادر است آنان را بسوی یکدیگر بکشاند. پس از آنکه غبارها تاحدودی گرد هم آمدند، توده متراکم حاصله شروع به‌جذب مواد خارجی اطراف خود می‌نماید، پس از گذشت میلیونها سال این توده منقبض گشته و بصورت یک ستاره بنظر می‌رسد. زیرا، پس از شروع انقباض، گرمای درونی توده مادی بالا خواهد رفت، اتمها و مولکولهای تشکیل‌دهندهٔ غبار ــ در اثر نزدیک شدن ــ با یکدیگر بیشتر تصادم می‌کنند و هرچه که ابر فشرده‌تر و ذرات آن بیکدیگر نزدیکتر می‌شوند، برخورد این ذرات بیشتر شده و حرارت ابر بالاتر و بالاتر می‌رود تا به‌جائی که ستاره شروع به‌تابش انرژی می‌کند. در آغاز اینگونه ستارگان برای چشم بشر قابل‌روءیت نیستند، چه از آنجا که هنوز تابش انرژی بصورتی قوی درنیامده است و تشعشع ستاره از نوع مادون‌قرمز می‌باشد. برخی از ستارگان در مراحل اولیهٔ تولد، سایر امواج طیف الکترومغناطیس مثل امواج رادیوئی و نظیر آنرا از خود ساطع می‌نمایند. اخیرا" بعضی از این **پیله‌های بچه‌ستاره**[1] با دریافت تشعشعات مادون‌قرمز ویا گرفتن طول‌موجهای رادیوئی آنان، توسط رادیوتلسکوپها، مشاهده شده‌اند.

دراین‌مرحله ممکن است در داخل ابر فضائی یک یا چند شیئی منقبض وجود داشته باشند. اگر آنان بحد کافی گرم شده باشند، که بتوانند با نور خود بدرخشند، می‌توان به‌آنان ستاره گفت و هرقدر که انقباض آنها بیشتر گردد درخشش نورشان نیز افزایش می‌یابد. در پایان کار می‌توان ستارگانی را دید که از داخل محفظه تاریک خود آغاز به‌چشمک‌زدن می‌نمایند، باین ترتیب است که ناگهان دربین یک قطعه ابر فضائی ــ که مانند سرپوش تاریکی عمل می‌نماید ــ یک ستاره روشن متولد می‌گردد. علت وجود منبع نور

1.Cocoons Craling the Infant Stars



کهکشان راه شیری، مشاهده‌شده از پهلو (نمودار ترسیمی).

ستارگان ، انقباض آنـان است . بنظر می‌رسد که غبارهای فضائی ، با سلاح چرخش و حرارت ، خودکشی می‌کنند تا به‌شکل یک خورشید متولد گردند . در این مقطع هنوز نمی‌توان گفت که آنان زندگی واقعی خود را شروع نموده‌اند ، زیرا تا تبدیل‌شدن به‌یک کوره کامل اتمی به‌زمانی معادل چندین‌میلیون‌سال دیگر احتیاج دارند .

پس از شروع مرحله تشعشع کامل اتمی ستاره ، با وجود فواصل بعید که معمولا" متجاوز از چندین‌میلیارد کیلومتر می‌باشد ، مـا قادر به‌روءیت نور آن خواهیم گشت . در چنین زمانی می‌توان سن ستاره را محاسبه نمود ، زیرا از این به‌بعد ستاره منقبض‌نخواهد گردید و توقف انقباضات ستاره بدلیل وجود انرژی داخلی آن انجام می‌گیرد ، باین‌ترتیب که نیروهای تولیدشده درونی ــ که معمولا" در مرکز ستاره بوجود می‌آیند ــ در سر راه خروج خود از ستاره ، قادر به‌خنثی‌کردن نیروهای جاذبه‌ای گشته و مانند ستونی که در زیر بارهای مـادی عمل می‌نماید مانـع از فروریزی ستـاره بسوی مرکز خود می‌گردد . خروج انرژی داخلی از ستاره ، با چنان نیروئی انجام می‌شود که ، فشار حاصل از آن از حرکت ذراتی کـه بسوی مرکز جذب شده‌اند جلوگیری کرده و مانع از انقباض بیشتر ستـاره می‌شود . در ایـن مرحله ستاره واقعا" پدیدار شده و روزگار محدود زندگی خویش را آغاز نموده است ، و ازاین‌پس می‌تواند عهده‌دار وظایف خویش در این چندروزه که نوبت اوست گردد .

باید دراینجا اشاره نمائیم که آتمسفر تاریکی ، که یک ستاره تازه‌شکل‌ـ گرفته را احاطه نموده است ، به‌انقباض‌خود بطور موضعی ادامه می‌دهد و این انقباض شبیه به‌انقباض ستـاره اصلی می‌باشد . اشیائی که درنتیجه انقباض اتمسفر حاصل می‌شوند کوچکتـر از آن هستند کـه تبدیل بـه‌ستاره‌ای دیگر گردند ، بنابراین تبدیل بـه‌سیاره می‌گردند . این بدان‌معناست که اغلب ستاره‌ها دارای سیستم سیـاره‌ای مربوط به‌خود می‌باشند ، و البتـه احتمال پیدایش‌زیست روی این سیاره‌ها بسیارزیاد است. باید گفت تنها در کهکشان راه شیری تعداد سیاره‌هائی که می‌توانند محیط‌زیست موجود ذیشعور باشد بیش از یک‌میلیون عدد است. هنگامی‌که ما با جزئیات چگونگی ایجاد سیاره‌ها آشنا گردیم ، خواهیم دانست که در منظومه کدامیک از ستاره‌های اطرافمان

بدنبال موجودات ذیشعور بگردیم . بدون هیچگونه تردیدی، در آنجا کسی هست که احتمالا " مانند ما از سر کنجکاوی، درست درهمین‌لحظه، بجستجوی یک زندگی شبیه به‌ما پرداخته است .

باید گفت که راز منبع انرژی ستارگان و میزان این انرژی، از معماهای لاینحل و دیرینه‌ی بشری بوده است . ریشه‌های این کاوش در فرهنگ یونان باستان قرار دارد . امروزه پس از محاسبه مقدار انرژی بربادرفته در اطراف ستارگان، معلوم گردیده که حجم آن بواقع بسیار شگفت‌انگیز است. به‌عنوان مثال: خورشید ما، در هرثانیه چهارمیلیون تن از جرم خود را بصورت انرژی به‌بیرون پرتاب می‌کند و این دوهزار برابر نرخ جریان آب رودخانه کارون در زیر پل اصلی آن است. تنها در همین بیست‌ساله گذشته بود که تاحدودی راز چگونگی این امر کشف گردید . در تحول گداختگی هسته اتم، عناصر سنگین‌تر از اجسام سبکتر بوجود می‌آیند . در این تحول بخش کوچکی از جرم تبدیل به‌انرژی می‌شود، که این همان انرژی منتشرهٔ خورشید است . در سرآغاز زندگی هسته‌ای ستاره، در داخل آن مقدار معتنابهی هیدروژن وجود دارد که به‌ستاره اجازهٔ ساخت هلیوم را می‌دهد . پس از آن ستاره می‌تواند عناصر سنگین‌تری مانند کربن، ازت وغیره را تولید نموده و انرژی بدست بیاورد . در هریک از مراحل تشکیل عناصر سنگین‌تر، مقدار بیشتری انرژی بوجود می‌آید، تاآنجا که قسمت اعظم ستاره تبدیل به‌آهن می‌شود . ازآن‌پس دیگر تحولات هسته‌ای، انرژی آزاد نمی‌کنند .

بوجودآمدن عناصر سنگین‌تر از آهن توسط‌گداختگی عناصر سبکتر، نه تنها انرژی‌آزاد نمی‌کند بلکه عمل عکس‌انجام داده وانرژی جذب می‌نماید . هنگامی‌که ستاره کلیه عناصر موجود سبک‌تر از آهن خود را در تحول هسته‌ای – به‌ترتیب فوق – مصرف نمود درواقع، منبع داخلی انرژی تشعشعی خود را ازدست داده و دیگر وسیله‌ای برای جلوگیری از انقباض‌جاذبه‌ای دراختیار نخواهد داشت . او دیگر یک ستاره پایدار نیست و به‌مراحل انتهائی زیست خود نزدیک گشته است . اینجاست که ستاره، دوران کوتاه فعل و انفعالاتی را که برای خود و اطرافیانش فوق‌العاده خطرناک می‌باشد آغاز می‌کند . هر قدر ستاره سنگین‌تر باشد سریع تر به‌مرحلهٔ بحرانی آخر عمر خود می‌رسد .

خورشید ما ممکن است چندمیلیارد سال عمر کند . درحالیکه ستاره‌ای که پنجاه بار سنگین‌تر از آن باشد یکهزارم خورشید ما ، یعنی فقط چندمیلیون سال عمر خواهد کرد .

پایان کار ستارگان به‌صورت‌های مختلف انجام می‌پذیرد . در یک حالت ممکن است مواد سنگین‌تر مرکز ستاره ، بقیه انرژی‌های قابل‌مصرف ستاره را جذب نماید . انرژی‌هائی که مانند ستون ، مانع از فروریختن مواد بسوی مرکز ستاره و انقباض هرچه بیشتر آن می‌گردیدند . این امر سبب انقباض سریع و خشن ستاره گشته و سطح خارجی ستاره در این مرحله نهائی از زندگی ، ممکن است بشدتی عجیب و باورنکردنی و بسیار دهشت‌بار بسوی داخل فرو ریزد . مقدار انرژی حاصل از این انقباض معمولا" بقدری بزرگ می‌باشد که سبب تورم یا انفجار تمام یا قسمتی از ستاره می‌گردد. این امر بصورت "**نوا**" [1] قابل روءیت است . بنظر می‌رسد این اسم ــ که برای تولد ستارگان جدید بکار می‌رود ــ در اینجا یک نام بی‌مسما باشد ، زیرا ممکن است ستاره به‌پایان عمر خود بسیار نزدیک شده باشد . اگر ستاره مذکور بسیار سنگین‌تر از خورشید نباشد ، می‌تواند به‌آرامی و با متانت خود را با وضعیت جدید تطبیق دهد . باین‌ترتیب که مواد داخلی آن ممکن است بآن درجه از استحکام رسیده باشد ، که درمقابل نیروی جاذبه بین ذرات مقاومت نموده و به‌آن اجازه انقباض بیشتر ندهد .

در ستارگان بسیار سنگین‌تر از خورشید انقباض نهائی ادامه خواهد یافت ، بررسی شیوه رفتار این‌قبیل اجرام سماوی غول‌آسا در لحظات نهائی (مرگ) نیازمند به‌تحقیقات گسترده‌تر است . برای ادامه این تحقیق باید اوضاع اتمهای ستاره را بررسی نمود . ستونی مرتفع را درنظر بگیریم ، اگر ــ به‌فرض ــ برای ساخت این ستون تعدادی آجر روی یکدیگر قرار گرفته باشند ، بر هر آجر نیروئی معادل وزن آجرهای بالاسر وارد خواهد شد . و بیشترین نیرو ، که معادل وزن کل ستون است ، به‌پائین‌ترین و اولین آجر وارد خواهد گردید . درمورد آجرهای معمولی اگر تعداد آجرها زیاد شده و به‌حدود ششصد

---

1. Nova

عدد برسد ، آجر نخستین تحمل نیروی وارده را نداشته و متلاشی می‌گردد .

در اجرام سماوی بــزرگ نیز ، که اتمهای بسیاری به‌اتمهای مرکزی فشار وارد می‌آورند ، نیــروی بالاسری اتمها باعث درهم‌فشردگی اتمهای مرکزی شده و الکترونها را از مدارها بسوی هسته‌ها می‌راند . این امــر سبب خنثی شدن بخش عظیمی از پروتون‌ها و تبدیل آنها به‌نوترون‌ها می‌گردد . حتی ممکــن است ، الکترون‌ها هسته را رها کــرده و بصورت لایه‌لایه و مجزا قرار بگیرند . شاید مرکز سیاره **مشتری**[1] در منظومه شمسی درحال‌حاضر باین‌صورت باشد . پروتون‌هائی که در اثر فشارهای عظیم مرکزی ــ درهم‌فشردگی هسته ــ و تصادم با الکترونها خنثی گردیده و درعمل به‌نوترون تبدیل گشته‌اند ، با نوترونهای دیگر تشکیل هسته نوترونی بزرگی را می‌دهند . این امر ، بعلت عدم‌وجود بارهای دافعه الکتریکی ، به‌سهولت انجام خواهد پذیرفت . ستاره ایجادشده تماما " از نوترون تشکیل گشته و بهمین‌جهت آنرا ستاره نوترونی می‌نامند . در این ستاره از فضاهای خالی اتمی اثری نیست و درنتیجه ، وزن مخصوص آن زیــاد می‌باشد . این ستاره ازنظر بار الکتریکی خنثی است ، و درواقع می‌توان آن را هسته یک اتم بسیار غول‌آسا دانست ــ یک هسته واحد نوترونی و خنثی .

درمورد ستارگانی که فقط کمی از خورشید منظومه شمسی سنگین‌تر می‌باشند وضع فــرق می‌کند . محاسبات نشان می‌دهند که این‌قبیل ستارگان ، پس از انقباض ، بتدریج ضعیف‌تر و بی‌نورتر گشته و کم‌رمق و رنگ‌پریده می‌شوند . چنین ستاره‌ای را **کوتوله سفید**[2] می‌نامند . این ستاره پس از مدتی ، سرچشمه نور رنگ‌پریده خود را نیز ازدست داده و تبدیل به‌**کوتوله سیاه**[3] می‌شود . کوتوله سفید ازنظر اندازه تقریبا " به‌بزرگی زمین می‌باشد ، اما وزن آن به‌سنگینی خورشید ویا کمی بیشتر از آن خواهد بود . ازآنجا که خورشید منظومه شمسی ستاره‌ای متوسط بــوده و اکثریت اجرام جهــان را ستارگــان متوسط تشکیل می‌دهند ، می‌توان پیش‌بینی نمــود که مرگ بسیاری از ستارگــان ــ و شاید خورشید مــا نیز ــ به‌این‌صــورت خواهد بــود . کوتوله‌های سفید بــا کمک

---

1. Jupiter
2. White Dwarf
3. Black Dwarf

تلسکوپ‌های قوی در آسمان قابل‌مشاهده هستند و درحال‌حاضر در بعضی‌از مراکز نجومی ، دانشمندان برجسته‌ای مشغول مطالعه خواص مختلف آنان می‌باشند .

دیدیم که اگر ستاره بسیار سنگین باشد ، به‌انقباض خود ادامه داده تبدیل به‌ستاره کوچک و بسیار فشرده نوترونی می‌گردد . این ستاره درحدود ۱۲ مایل (۱۸ کیلومتر) قطر خواهد داشت و تحت چنین شرایطی ، ستاره شروع به‌تشعشع امواجی شبیه به‌نبض انسان خواهد نمود که سرچشمه این ضربه‌ها یا تپش‌ها دقیقا" مشخص نیست . اما شاید در مرکز ستاره ، ماده همچون یک فلز درحال کار یا نوسان دائمی عمل می‌نماید . بااین‌ترتیب که از یکسو ، منحنی فضا در مرکز به‌حداکثر خمیدگی رسیده و جرم موجود قادر به‌خم‌کردن بیشتر آن نیست و درنتیجه ماده را واپس می‌زند و ازسوی‌دیگر ، ماده‌ی درحال‌انقباض تمایل به‌ادامه انقباض دارد . این دم و بازدم مادی، ضربه‌های فضائی خاصی را به‌نام ، **تپش**[1] ، بوجود می‌آورد که به‌طرق مختلف قابل‌شنیدن می‌باشد . به‌همین‌دلیل ، ستارگان نوترونی را ، **ستارگان تپنده**[2] می‌نامند . ستارگان نوترونی ، سرچشمه‌ی نقطه‌ای امواج ضربه‌ای رادیوئی بسیار منظم می‌باشند . درواقع ضربان این ستارگان با آنچنان دقتی انجام می‌پذیرد که در اوائل دریافت تپش‌ها ، دانشمندان گمان نمودند با علایمی از یک تمدن ذیشعور و بسیار دور سروکار دارند . البته پس‌از تحلیل دقیق مسلم گردید که ضربه تپنده‌ها حاوی هیچگونه اطلاعاتی نبوده و درصورتی که کسی خیلی علاقه داشت که‌آنان را با تمدنهای فضائی مربوط سازد ، ناگزیر از پذیرفتن این حقیقت می‌شد که اینها علائم موجودات سبک‌مغز و کم‌خرد می‌باشند . از آنجا که موجودات کم‌خرد به‌برافروختن آتش‌جنگها بسیار بیش‌از ایجاد ارتباط با سایر موجودات علاقه نشان می‌دهند ، تئوری ارتباط علائم تپنده‌ها با تمدنهای آسمانی مردود اعلام گردید .

ستاره نوترونی یک شیئی بواقع اعجاب‌آور فضائی می‌باشد . یک‌توپ همگن نوترونی شبیه به‌یک ساچمه فضائی است ، که چگالی آن بطرز شگفت‌آوری

---

1. Pulse 2. Pulsar

سحابی ویل، در صورت فلکی دجاجه.

زیاد می‌باشد . ماده تشکیل‌دهنده این ستاره بطور متوسط یکهزارمیلیارد بار سنگین‌تر از آب (10^{12}) بوده و یک قوطی‌کبریت از ماده‌آن کره ، یک‌میلیون تن وزن خواهد داشت . طبیعی است که حجم این ستاره بسیار کوچک بوده و همانگونه کــه گفته شد ، چیزی درحدود ۱۲ مایل قطر دارد . سطح ستاره نوترونی صاف بوده و روی آن کوه یا تپه و ماهوری وجود ندارد . بلندترین کوهی که می‌تواند روی سطح این ستاره صیقلی وجود داشته باشد به‌ارتفاع بیست‌سانتیمتر می‌باشد .

انتظار می‌رود که قسمتهای درونی ستاره نوترونی شبیه به‌داخل کره زمین باشد . یعنی بــا یک قشر یا پوسته خارجی جامد و یک قسمت درونی مرکزی جامد ، کــه در داخل آن مــواد مذاب موجودند . و البتــه ، این درصورتی است که فرضیه مذاب بودن داخل زمین موردقبول واقع گردد . درواقع بعلت آنکه ستاره نوترونی از مواد همگن ساخته شده است، درباره شناسائی ساختمان آن بــا تحقق بیشتری می‌توان سخــن گفت تا درباره زمیــن . بهمین‌جهت هنگامیکه از سه لایه درونی ستاره نوترونی سخن بمیان می‌آوریم از اطمینان بیشتری برخوردار می‌باشیم ، تا زمانیکه صحبت از قسمتهای درونی زمین است . به‌عنوان مثال : فرضیه سرد و جامد بودن مرکز زمین دربین آکادمیسین‌ها طرفداران پروپاقرصی دارد ، و به‌راستی برخی از دلایلی که آنان برای سرد بودن مرکز زمین ارائه می‌دهند محکمتر از دلایلی است که طرفداران سنتی مذاب بودن مرکز کره زمین بدست می‌دهند . چه روزگار غریبی است ، دانش انسان درباره اشیاء بعید بــا میلیاردها کیلومتر فاصله بیش از دانش او در باره دنیای زیر پای خویش است .

محاسبات نشــان می‌دهند کــه برای یک ستاره ، تبدیل شــدن به‌ستاره نوترونی چندان هم ساده نیست. و دقیقا" به‌همین‌دلیل، تعداد نوترونی‌ها در فضا زیاد نمی‌باشد . مشخص‌ترین تپنده‌های فضا باقیمانده ستارگان بسیار بزرگ می‌باشند ، که خود را در انفجار سوپرنوا متلاشی نموده و ازبین برده‌اند . این تپنده‌ها ، در مرکز آنچه که از ستاره باقی مانده است قرار دارند . جالب است که در برخی از این سوپرنواها ، هنوز قسمتهائی از ستاره منفجرشده را می‌توان مشاهده نمود که در فضا جریان داشته و از محل اصلی انفجار خود

دور می‌شوند .

به‌عنوان مثال : می‌توان از سحابی ابری **خرچنگی**[1] نام برد ، که ستاره آن در سال ۱۰۵۴ م . به‌انفجار سوپرنوا دچار گردیده و ایــن ابر فضائی ، درواقع قشر خارجی آن ستاره است . چینی‌ها در همان‌سال ، این سوپرنوا را مشاهده کــرده و آنرا در مدارک نجومی خود ثبت نموده‌اند . دربــاره این سوپرنوا چندین طرح و نقش در نقاط مختلف آمریکای شمالی بدست آمده که نشان می‌دهد ، بدون‌تردید ، این انفجار اثراتی در روی زمین داشته است . یک ستاره بزرگ و ملتهب با کمک انفجار سوپرنوا ، می‌تواند به‌ستاره نوترونی تبدیل شــده و آرامش یابد . در هر کهکشان ــ در هــر صد سال ــ فقط یکبار انفجار سوپرنوا رخ می‌دهد ، کــه همین مقدار نیز برای توجیه وجود عناصر سنگین‌تر از آهن کافیست . انفجار سوپرنوا بما اجازه می‌دهد تا اورانیوم و عناصر سنگین دیگــر را دراختیار داشته باشیم و این امــر ، به‌مثابه ذخیره کردن بقایای آن انفجار می‌باشد .

بطورکلی دو طرزفکر مختلف برای ایجاد عناصر سنگین‌تر از آهن در روی کرهٔ زمین وجود دارد :

۱ــ انفجار سوپرنوا نیــروی محرکه لازم برای تبدیل عناصر سبک به‌سنگین‌تر از آهن را ازطریقه تشعشع بزمین می‌رساند .

۲ــ خود بقایای سوپرنوا بصورت عناصر سنگین‌تر روی زمین ریخته‌اند .

هرکدام از این دو تئوری دارای محدودیتهائی می‌باشند. درمورد فرضیه اول، اشکال دراینجاست که چرا عناصر سنگین بطوریکنواخت پخش نشده‌اند ؟ نقطه‌ضعف تئــوری دوم اینست که ، چرا عناصر سنگین گاهی اوقات در عمق می‌باشند و گاهی‌اوقات در سطح ؟

شاید درمورد سئوال دوم بتوان گفت که ، ریزش عناصر سنگین روی سطح کرهٔ مذاب زمین باعث فرورفتن آنان بعلت سنگینی شده است .

درحال‌حاضر ستاره‌های بسیار سنگین دیگری درحال شکل‌گرفتن از انقباض

1.Crab Nebula

غبارهای فضائی مابین ستارگان می‌باشند . بعضی از آنان به‌مرحله آرام بخش کوتوله‌های سیاه می‌رسند و در صلح به‌زندگی ، یا درواقع به‌مرگ خود ، ادامه می‌دهند . برخی دیگر به‌ستاره نوترونی تبدیل می‌گردند ، و دیدیم که ستاره‌های نوترونی درصورتیکه از ستاره مادر بسیار بزرگی ایجاد شده باشند تبدیل به‌تپنده می‌شوند .

سئوال اساسی اینجاست : آن‌دسته از ستارگان بسیاربسیارسنگین، بزرگ، داغ و نورانی که در سنین پیری و آخر عمر به‌مرحلهٔ آرامش‌بخش‌ستاره‌های نوترونی یا کوتوله‌ها نمی‌رسند دارای چه سرنوشتی می‌گردند ؟

متاسفانه جوابی که ما برای این سئوال می‌یابیم درواقع فوق‌العاده تکان‌دهنده و به‌راستی ناراحت‌کننده می‌باشد ، جوابی تلخ و دردآور که برای بشر ایجاد مزاحمت‌های فوق‌العاده می‌کند .

آن ستاره‌ها ناپدید می‌شوند ! آری، آنان به‌**سیاه‌چاله** تبدیل می‌گردند . اگرچه این ستارگان عظیم و پرنور ناپدید گردیده‌اند ، اما ازبین نرفته‌اند . آنان وجود داشته و دارای اثر ویژه‌ای روی محیط اطراف خود می‌باشند . رفتار سیاه‌چاله‌ها شبیه به‌اعمال انسان‌های نامرئی می‌باشد ، خود او را نمی‌توان دید اما نتایج و آثار کارهایش دیدنی است . آری ، او را نمی‌توان دید ولی او می‌بیند و می‌شنود و اوست که بر روی ما تاثیر می‌گذارد . در رمانها و فیلمهای تخیلی ، برای نشان دادن مردان نامرئی ، معمولا" به‌آنان اجازه سخن‌گفتن و جابجائی اشیاء داده می‌شود . سیاه‌چاله درواقع نامرئی است ، اما اجازه جابجائی اشیاء را دارد . مردان نامرئی و سیاه‌چاله‌ها بسیار شبیه به‌یکدیگرند .

دریچه‌ئی که از شناخت سیاه‌چاله به‌روی ما گشوده می‌شود ، چشم‌اندازی فوق‌العاده دیدنی اما وهم‌انگیز را نشان می‌دهد . درحال‌حاضر مسائل سیاه‌چاله از نقطه‌نظر ریاضیات‌تحلیلی تاحدود زیادی شکافته‌گردیده‌است ، تحلیل ریاضی سیاه‌چاله ، طیف وسیعی از تجربیات گوناگونی که بشر قادر به‌انجام آن است در پیش روی ما گشوده است . تجربیاتی که اگر کاملا" باورنکردنی نباشند ، به‌سختی می‌توان آنان را باور نمود . سیاه‌چاله عجیب‌ترین پدیده‌ئی است که تاکنون در طبیعت مشاهده شده و ازاین‌نظر

فراسوی تمامی پدیده‌های طبیعی قرار دارد. این امر تا بدانجا ادامه پیدا می‌کند که حتی نویسندگان رمانهای تخیلی‌علمی نیز، در پروازهای تخیلی خود، هنوز از این جسم نامی نبرده‌اند.

برای دانستن اینکه سیاه‌چاله‌ها تا چه‌حد اعجاب‌انگیز می‌باشند باید نخست ببینیم که چرا آنها را با این نام عجیب، یعنی **سیاه‌چاله** می‌نامیم. در فیزیک مقدماتی دیده‌ایم که یک جسم هنگامی سیاه است که تمامی نور تابیده‌شده به‌خود را جذب نموده و هیچگونه نوری را ساطع ننماید. همچنین می‌دانیم، اگر جسمی بر روی نور به‌هیچوجه اثر نگذارد آن جسم غیرقابل مشاهده خواهد بود. چنین جسمی اجازه می‌دهد که شعاعهای نور از داخل آن بدون کوچکترین تغییری عبور نماید، درست مثل یک ورقه شیشه نازک تمیز که در فضا و درجهت عمود بسمت نوری که بآن می‌تابد قرار داشته باشد. باین‌ترتیب، ما انتظار داریم که سیاه‌چاله تمامی نوری را که بر روی آن می‌تابد جذب نماید. این، با رفتاری‌که یک ستاره نامرئی مانند کوتوله سیاه انجام می‌دهد بسیار متفاوت است. اما چرا یک ستاره منقبض‌شده، با آن‌همه نور و گرما، دارای یک‌چنین خاصیتی است؟

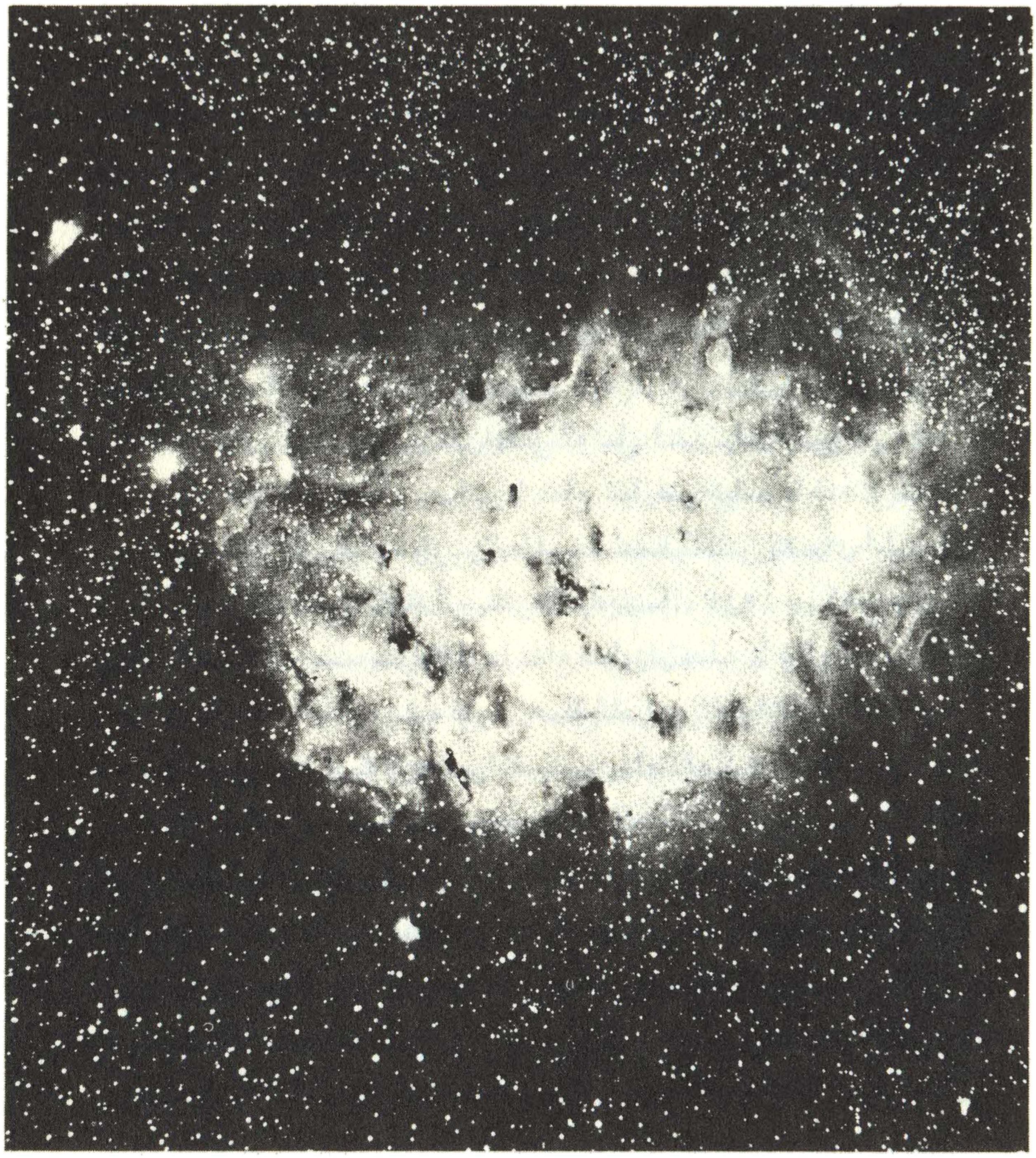
جواب باین سئوال ما را بسوی سایر خصوصیات سیاه‌چاله می‌کشاند، شناخت سیاه‌چاله هرلحظه کنجکاوی ما را بیشتر تحریک می‌کند. خواهیم دید که چگونه برخی از خواص سیاه‌چاله به‌آینده بشر ارتباط پیدا می‌کند، ارتباط شگفت‌آوری که می‌تواند راز پیروزی بشر در مسائل لاینحل باشد.

فرض‌کنید که ما بحد کافی شجاع یا نادان باشیم، که سعی نمائیم روی سطح ستاره سنگینی که درحال انقباض است بایستیم. البته دلایل مختلفی می‌تواند ما را باینکار وادارد. ممکن است برای بدست‌آوردن اطلاعات دست‌اول از چگونگی اتفاقی که در انقباض ستاره رخ می‌دهد خود را روی سطح آن قرار دهیم، یا ممکن است که بخاطر یک شرط‌بندی فضائی باین امر بپردازیم و نیروی محرکه ما فقط‌بردن باشد. حتی ممکن است در زمان قبل از انقباض، هنگامیکه همه‌چیز بنظر مرتب می‌رسد، بحد کافی انرژی برای ترک ستاره نداشته باشیم، یا از انقباض ستاره بی‌خبر بوده و فکر کنیم که هرلحظه می‌توانیم آنرا ترک کنیم و هرگز نیندیشیم که ممکن است اوضاع

بدتر از سابق گردد . بهرحال پس از شروع مرحله انقباض مجبور به‌ماندن می‌شویم و هرقدر ستاره فشرده‌تر می‌گردد ، چگالی آن بالاتر رفته و ما به مرکز ستاره نزدیکتر می‌گردیم . درهمین‌زمان،خمیدگی فضا بیشتر شده و سرعت فرار از روی ستاره زیادتر می‌شود ؛ بطوری که جاذبه زیاد ایجادشده، بیش از حد توانائی فرار ماست .

تغییرات جاذبه ، به‌نسبت دوری و نزدیکی از مرکز یک جسم سنگین ، حتی در روی کره زمین نیز محسوس می‌باشد . به‌عنوان مثال : در قله **اورست**، نیروی جاذبه ، یک‌پنجم درصد کمتر از نیروی جاذبه در سطح دریا می‌باشد . هنگامیکه ستاره منقبض می‌شود ، به‌سرعتی که راکت ما برای فرار از سطح ستاره نیازمند آنست بتدریج اضافه خواهد شد . این نیز مسئله‌ایست که بشر قبلا" در ماجراجوئیهای فضائی خویش تجربه کرده است ، که فرار از ماه آسانتر از فرار از روی‌زمین می‌باشد : زیرا جاذبه ماه چهار برابر کمتر از زمین است .

فرض کنید که کشتی فضائی ما روی سطح ستاره درحال انقباض حاضر و آماده برای فرار است ، ما نیز خود آماده‌ایم که درصورت وخامت بیش ازحد اوضاع فرار کنیم . با کوچکتر شدن ستاره و نزدیک شدن به‌مرکز آن ، به‌سرعت فرار افزوده می‌شود . و نیز فرض کنید که سوخت کافی برای موشک سریع‌السیر خود دراختیار داریم ، پس طبیعی است که دراینصورت احساس خواهیم کرد هرزمان که بخواهیم قادر به‌گریختن از ستاره می‌باشیم . و بااین‌ترتیب،هرگز ازجهت به‌تله‌افتادن به‌خود نگرانی راه نمی‌دهیم و این خود یک اشتباه مهلک است . زیرا طبق یک قاعده اصلی که درآغاز این قرن توسط**آلبرت اینشتین** کشف شده است ، ما نمی‌توانیم سریعتر از نور حرکت کنیم . سرعت نور یکی از مرزهای طبیعت است و این قانون ، با دقتی خارق‌العاده ، درمورد تمام اجسام مادی صدق نموده و به‌اثبات رسیده است . طبیعی است که نمی‌توان انتظار داشت که این قانون از یک ستاره درحال‌انقباض، ترسیده و درمورد آن صدق نکند . هنگامیکه ستاره بسرعت کوچک می‌شود زمانی فرا می‌رسد که سرعت فرار کشتی فضایی ــ برای گریختن و رهائی ــ به‌سرعت نور می‌رسد . در اینجا ، ما ازنظر تئوری درآخرین لحظه‌ی فرار و گریز قرار



سحابی M8 ، در صورت فلکی قوس.

داریم و یک‌لحظه پس از آن، برای همیشه روی سطح آن ستاره به‌تله افتاده‌ایم . اینکه ما ازنظر فیزیکی به‌تله افتاده‌ایم آنقدرها هم مهم نیست، مهم اینجاست که ما حتی قادر به‌فرستادن پیام کمک ــ به‌دنیای خارج ــ درباره وضعیت نابهنجاری که در آن گرفتار آمده‌ایم نیز نخواهیم بود . پیام‌های ما درحد اعلا بصورت امواج الکترومغناطیس می‌باشد که با سرعتی معادل سرعت نور حرکت می‌کنند ، اما حتی خود سیگنال نوری نیز بحد کافی برای فرار سریع نمی‌باشد ، یعنی نور نیز نمی‌تواند از چنگال جاذبه مقتدر این ستاره منقبض شده بگریزد .

شعاع ستاره منقبض‌شده ، درحالتی که تمام اشیا برای همیشه در داخل آن به‌تله افتاده‌اند ، شعاع بحرانی یا شعاع **شوآرتس چیلد**[1] نامیده می‌شود . این نام بخاطر احترام به‌شوآرتس چیلد ، دانشمند آلمانی که برای اولین‌بار نشانه‌های نظری وجود یک‌چنین ستاره‌ای را در سال ۱۹۱۷ م . کشف و ضبط نمود، داده شده است. سطحی که با شعاع شوارتس چیلد یا شعاع بحرانی در اطراف ستاره منقبض‌شده وجود دارد، به‌**سطح بحرانی** یا **افق اتفاق** ستاره معروف است . اگر فرض کنیم که کره زمین تبدیل به‌سیاه‌چاله گردد ، شعاع شوآرتس چیلد آن برای زمین چیزی درحدود فقط یک‌سانتیمتر است . و افق اتفاق آن ، کره‌ای به‌قطر تقریبی دوسانتیمتر می‌باشد . اگر زمین بداخل کره‌ای به قطر ۲ سانتیمتر فشرده شود ، دیگر هرگز فرار از روی آن میسر نخواهد بود و هیچ‌چیز ، حتی نور ، از روی سطح آن خارج نخواهد گردید . این اندازه بسیار کوچک بوده و درحدود $\frac{۱}{۱٬۰۰۰٬۰۰۰٬۰۰۰}$ اندازه‌ی واقعی زمین می‌باشد ، بطوریکه اصولا "تصور علمی‌بودن یک‌چنین فشردگی اگر نه غیرممکن لیکن کاری بسیار مشکل است . درمورد اجرام بزرگتر چنین فشردگی شدید برای ایجاد تله سطحی موردنیاز نمی‌باشد . اگر ستاره‌ای فوق‌العاده بزرگ باشد، می‌تواند در داخل شعاع شوآرتس چیلد قرار بگیرد ، بطوریکه چگالی آن افزایش عمده‌ای پیدا نکند . برای مثال : ستاره‌ای که صدمیلیارد بار سنگین‌تر از خورشید باشد ، پس از یک‌چنین فشردگی ، هنگامی‌که در داخل

---

1. Schwarschild

شعاع شوآرتس چیلد قرار گرفت دارای چگالی برابر آب خواهد بود .

می‌توان کهکشانی متوسط ــ درحدود یکصدمیلیارد ستــاره ــ را درنظر گرفت کــه این ستارگان همگی در ناحیه‌ای بشعاع تقریبی پنجاه برابر شعاع منظومه شمسی مجتمع گردند ، این فضا برای دربر گرفتن آن ستاره‌ها جای فراوانیست و می‌توان ستاره‌ها را طوری قرار داد که با یکدیگر تصادم ننمایند . از آنجا که آنان در داخل شعاع شوآرتس چیلد قرار گرفته‌اند نیروی جاذبه عمل‌کننده داخلی ، آنــان را ازآن‌پس بصورت مجتمع نگه می‌دارد و بخاطر وجود این جاذبه قوی ، دیگر هرگز هیچ نوری قادر به‌فرار از کهکشان نخواهد بود . و باین‌ترتیب، کهکشانی با یکصدهزارمیلیون خورشید درخشنده ناگهان از نظرگاه ناپدید می‌گردد .

برای تشکیل سیاه‌چاله‌ها همــواره لازم نیست به‌سراغ یک‌چنین اجسام سنگینی برویم ، زیرا هر ستاره سنگین درحال‌انقباض، که نتواند سریعا " از شر بخش اعظم جرم تشکیل‌دهنده خویش خلاص شود ــ و مثلا "مرحله انفجار سوپرنوا را برای انتشار تقریبا " کلیه‌ی جرم خود ، پشت‌سر نگذاشته باشد ــ مجبور می‌گردد کــه به‌انقباض خویش ادامه دهد . ایــن ناگزیری و اجبار به انقباض، بصورت بسیار استادانه‌ای از تئوری موفق نسبیت عام آلبرت اینشتین در سال ۱۹۱۵ م . نتیجه می‌گردد . این ایده بطور خلاصه بر این مبنا قرار دارد که : از آنجا که تمام اجسام در میدانهای گرانشی با سرعت مساوی سقوط می‌نمایند ، می‌توان نیروی جاذبه اثرکننده روی آنان را بصورتی مستقل از سقوط اجسام تشریح نمود . بحث اینشتین چنین است که : جاذبه جزو خواص ذاتی فضاست و این خاصیت باطنی فضا را ، اینشتین بنام خاصیت هندسی فضا می‌نامد .

وجود هر جرم مانند ستاره‌های سنگین ، باعث خمیدگی فضا می‌گردد . اگر فضا را دوبعدی درنظر بگیریم ، مثلا " یک پارچه کشیده‌شده از اطراف را **مدل**[1] فضا بنامیم ، وجود یک جرم سنگین در وسط این پارچه باعث خمیدگی فضا گردیده وگلوله‌هائی که روی این پارچه به‌حرکت درمی‌آیند در نزدیکی

1. Analog

جرم از مسیر خود منحرف می‌شوند . زمانیکه ما از کنار این اجرام عبور می‌کنیم ، متوجه خمیدگی فضا می‌شویم زیرا مسیر ما ــ در این حرکت ــ روی خط مستقیم نبوده بلکه حرکت ما منحنی خواهد گشت . این دقیقاً " همان کاریست که زمین بدور خورشید انجام می‌دهد ، باین‌ترتیب ما تا همینجا هم تجربیاتی از خمیدگی فضا بدست آورده‌ایم . فضا توسط زمین نیز خم شده است و این خمیدگی ، روی ماه بصورت شدیدتری اثر می‌گذارد . اینشتین با استادی تمام نشان می‌دهد که چگونه خمیدگی فضا در اطراف جسم سنگین را می‌توان با روشی هوشمندانه محاسبه نمود . این محاسبات درمجموع ، قوانین تئوری نسبیت عام را بوجود می‌آورند .

فرض کنیم که ما در یک سرزمین صاف و دوبعدی زندگی می‌کنیم و ما و موجودات این سرزمین دارای دو بعد می‌باشیم ، یعنی دارای ابعاد طول و عرض بوده اما ضخامت نداریم . این صفحه صاف می‌تواند بسیار طولانی و ممتد باشد و ستاره‌های سنگین دوبعدی ، می‌توانند باعث ایجاد چین و چروکهای موضعی در این صفحه مسطح بشوند . هر اندازه که ستاره سنگین‌تر باشد ، خرابی سطح ــ یعنی فضای زیست ما ــ بیشتر خواهد بود . برای این ستاره یک اندازه بحرانی موجود است که پس از آن ، سنگینی بیشتر باعث می‌شود که صفحه بدور خود بچرخد . جسم سنگین می‌تواند تمام یا بخشی از فضا را خم کرده و حتی می‌تواند ، آن‌قسمت از فضا را که خود مشمول آن است از بقیه فضا و صفحه اصلی کاملاً " جدا بنماید . و باین‌ترتیب ، دیگر خود جزو آن فضا نبوده و تبدیل به‌جهان دیگری می‌گردد . ما در اینجا خواهیم دید که سیاه‌چاله دقیقاً " چنین عملی را انجام می‌دهد . فضای خمیده جداشده از صفحه اصلی را می‌توان مانند سطح یک بادکنک درنظر گرفت . آن‌دسته از موجودات دوبعدی که پس از خرابی فضا روی سطح این بادکنک قرار می‌گیرند درواقع در جهانی مسدود ، که خمیدگی آن بطرف خود آن برمی‌گردد، ناگزیر به‌ادامه حیات خود می‌باشند و مسدود بودن این فضا ؛ هرگز به‌آنها اجازه ارتباط با بقیه جهان را نخواهد داد . این شبیه بهمان جدائیست که در اطراف سیاه‌چاله بوجود می‌آید . فضا در نزدیکی ستاره در حال انقباض، فوق‌العاده خمیده خواهد شد و این بخاطر درهم‌فشردگی

شگفت‌آور و خارق‌العاده این ستاره است . بدین‌ترتیب ، سیاه‌چاله و فضای اطراف آن از بقیه جهان جدا گشته و در داخل محوطهٔ بسته‌ای قرار می‌گیرد و دیگر ، هرگز هیچ چیز قادر به‌فرار ــ به‌جهان خارج ــ از آن نخواهد بود . بدلیل‌آنکه هیچ ذره‌ای حتی نور قادر به‌فرار از آن نیست ، این ستاره بصورت یک تله مخفی در سر راه مسافر خارجی بی‌احتیاطی که در فضا پرسه می‌زند قرار می‌گیرد .

درحقیقت بخاطر جاذبه وحشت‌انگیزی که در اطراف ستاره منقبض‌شده وجود دارد ــ و همه‌چیز را بسوی خود می‌کشد ــ اجسام خارجی بشدت بسوی آن جذب می‌شوند، باین‌جهت، جدائی تله با جهان خارج یک‌طرفه می‌باشد . درمورد وجه‌تسمیه **افق اتفاق** و توضیح فیزیکی این ناحیه از **سیاه‌چاله** ، مطالبی را باید عنوان نمود . در خارج از این افق ، ما می‌توانیم از کلیه اتفاقات باخبر گشته و اطلاعات خود را بهر گوشه دنیا که بخواهیم بفرستیم اما هرگز نمی‌توانیم از آنچه که داخل افق اتفاق رخ می‌دهد اطلاعاتی کسب کنیم . برای کسی‌که در داخل تله قرار گرفته ، افق اتفاق دقیقا " در لبه فاصله شعاع بحرانی شوآرتس چیلد قرار گرفته و این برای او انتهای جهان است. انقباض ستاره سنگین با دقت زیاد و با استفاده از **نسبیت عام** اینشتین بخوبی تحلیل شده و محاسبه گردیده است . در این تحلیل هیچگونه راه گریزی برای شکل نگرفتن افق اتفاق در اطراف ستاره وجود ندارد . افق اتفاق قطعا " در اطراف ستاره تشکیل می‌گردد ، یعنی این امر دقیقا " به‌معنای بسته شدن فضای اطراف ستاره می‌باشد . اگر ما از این وضعیت ناخوشایند راضی نیستیم ، می‌توانیم بسهولت تئوری اینشتین را بکنار گذاشته و آن را نادیده بگیریم ، اما اینکار درمورد یک تئوری موفق ، که قادر به‌پیش‌بینی و محاسبه انحراف نور توسط خورشید است، از تیزهوشی و خردمندی بدور خواهد بود .

می‌دانیم که با استفاده از تئوری جاذبه **نیوتن**[1] ــ که بیش از دو قرن دوام آورده است ــ می‌توان حرکت واقعی سیارات را روی مدار خود پیش‌بینی نمود ، اما اختلاف کوچکی که مابین محاسبات نیوتن و تجربه وجود دارد

1.Newton

امری است که همواره در تئوری نیوتن خلل وارد می‌ساخت. نسبیت اینشتین این تقریب ناچیز را توضیح داده، و با استفاده از آن می‌توان حرکت سیارات را با دقتی به‌مراتب بیشتر محاسبه نمود. البته منظور ما این نیست که به نسبیت اینشتین، به‌عنوان یک تئوری نهائی و غیرقابل‌تغییر، ایمان بیاوریم. از آنجا که این تئوری،قوانین نیوتن را کنار زده و خود جایگزین آن شده؛ می‌توان تصور نمود که روزی نیز یک فرضیه پیشرفته‌تر؛ با نسبیت همین عمل جایگزینی را انجام دهد. مهم اینجاست که، بوجود آمدن افق اتفاق در اطراف جسم سنگین می‌تواند از سایر تئوری‌های جاذبه‌ای دیگر نیز نتیجه شود. برای ایجاد افق اتفاق ما به‌دو عامل که در سایر تئوری‌های جاذبه‌ای نیز وجود دارد نیازمندیم:

۱ـ جاذبه را به‌عنوان یک خاصیت قطعی و حتمی‌الوجود مربوط به‌جرم و فضا درنظر بگیریم.

۲ـ به‌وجود یک سرعت مشخص حد معتقد باشیم، که درواقع سرعت سیر نور است.

با داشتن این دو عامل، می‌توان بوجودآمدن پوسته یکطرفه را با محاسبات پیش‌بینی نمود. یعنی حتی در تئوری جاذبه نیوتن نیز می‌توان ایجاد سیاه‌چاله‌ها را پیش‌بینی کرد. درواقع در سال ۱۷۸۹ م. وجود سیاه‌چاله توسط **لاپلاس**[۱] پیش‌بینی گردیده بود. لاپلاس اشاره نموده است که یک ستاره بسیار سنگین و فشرده باید غیرقابل‌روءیت باشد، زیرا سرعت فرار از سطح آن بیش از سرعت نور خواهد بود.

به‌هرصورت، اوضاع تئوری‌های مختلف به‌هرنحوی که باشد، ما می‌بایست آماده برخورد احتمالی با سیاه‌چاله باشیم. ممکن است که او در جائی از فضای اطراف، در کمین ما نشسته و آماده است که ما را در دام خود گرفتار سازد. ما باید از ویژگی‌های آن بااطلاع بوده و بویژه، راه‌های پرهیز از آن را فرا گیریم. قبلا" تصور می‌شد که افق اتفاق در لبه شعاع بحرانی شوآرتس چیلد دارای خواصی بسیار خطرناک می‌باشد، باین‌معنی که مثلا": اگر یک

1.Laplace

کهکشان مارپیچی M81 ، در صورت فلکی دب اکبر .

ناظر خارجی به‌آن وارد شود او را خرد و خمیر کرده و در طرفةالعینی شکار خود را قطعه‌قطعه می‌کند و آنچنان او را له کرده و می‌فشرد ، که به‌نابودی شکار بیچاره در یک‌لحظه می‌انجامد . اما امروزه ما می‌دانیم که یک‌چنین چیزی رخ نخواهد داد . فضانوردی که وارد افق اتفاق گردد ، هیچ ضربه‌ای احساس نخواهد کرد . درواقع ، لحظه قبل و بعد از ورود او به‌افق اتفاق یکسان بوده و تنها تفاوت آن این است که ــ پس از ورود به‌افق اتفاق و ناپدید گشتن از نظرگاه جهان خارج ــ دیگر هرگز قادر به‌بازگشت نخواهد بود . در واقع می‌توان گفت که مسافرت به‌داخل افق اتفاق ، مسافرتی یکطرفه است .

اینک به‌خوبی مشخص شده‌است که در پیرامون سیاه‌چاله ، وقایعی درشرف وقوع است که بیش‌از پیش‌باعث کنجکاوی بشر پویا و جویا خواهد بود . این امر بخاطر خمیدگی شدید فضا و زمان و تغییرات شگرف آن ، در نزدیکی این شیئی بسیار سنگین می‌باشد . برای بررسی این مسئله فضانوردی را که به‌سوی افق اتفاق می‌رود درنظر می‌گیریم . از آنجا که او زمان مسافرت خود را با کمک ساعتی که با خود حمل می‌کند اندازه می‌گیرد ، به‌نظرش می‌رسد که این سفر در طول زمان محدود و مشخصی خواهد بود . اما از نظرگاه یک ناظر خارجی که با فاصله مناسبی از فضانورد موردبحث قرار گرفته است صحنه عجیبی روی می‌دهد ، باین‌ترتیب که او موشک و راننده را می‌بیند که هرلحظه آهسته‌تر از لحظه پیش به‌سوی ستاره سنگین می‌راند و تدریجا " کم‌نورتر می‌گردد . دراین‌صورت ، ازنظر بیننده‌ی خارجی ، زمان رسیدن به‌شعاع بحرانی شوآرتس چیلد "بینهایت" خواهد بود . در اینجا نیز ، با یکی از جلوه‌های معمائی تئوری نسبیت اینشتین سروکار داریم . به‌این‌ترتیب که ، زمان وقوع یک حادثه مشخص با دو عدد متفاوت بدست می‌آید (ما این امر را در فصول بعدی توضیح خواهیم داد) . درحال‌حاضر به‌گفتن این نکته بسنده می‌کنیم ، که به‌هرحال سیاه‌چاله جزو جهان ما نیست و مسائل عجیب مربوط به‌آن نباید ما را از حرکت بازدارد .

تا آنجا که به‌ناظر خارجی مربوط می‌شود ، ستاره منقبض ، خود نیز در انقباض بسوی مرکزش بتدریج آهسته‌تر شده و کندتر عمل می‌نماید و کم‌کم رنگ‌پریده‌تر می‌گردد . منجم خوش‌اقبالی که برحسب تصادف و درلحظه

شروع انقباض، آسمان را درجهت ستاره منقبض‌نظاره می‌کند با منظره بدیعی روبرو می‌شود : *ستاره‌ای درحال انجماد* .

هنگامیکه سطح ستاره به‌شعاع شوآرتس‌چیلد می‌رسد ، سرعت حرکت این سطح کوچک‌شونده هرلحظه آهسته‌تر می‌گردد . در پایان ، برای ناظری که در خارج از شعــاع بحرانی شوآرتس چیلد قرار گرفته ، بنظر می‌رسد که انقباض متوقف گردیده و دیگر حرکتی در کار نیست و سطح ستاره متوقف گشته است . به‌همین‌جهت محققین اولیه که درمورد ستاره‌های منقبض‌کار می‌کردند ، آنان را ستاره‌های منجمد نامیده‌اند . برای روشن‌تر شدن این مسئله و پی بردن به‌چگونگی آهسته‌شدن انقباض‌و تقلیل سرعت موشک بسوی افق اتفاق، بیائید یک مسافر فضائی را که به‌سوی سیاه‌چاله در حرکت است درنظر بگیریم . او در فواصل منظم زمانی ، یــک علامت نوری شبیه علایم هواپیما می‌فرستد ، فضانورد می‌اندیشد کــه در فواصل منظم و مساوی به‌فرستادن علامت نوری خود مشغول است ، امــا هراندازه که به‌سوی تقدیر شوم خویش و افق اتفاق نزدیکتر می‌شود ، ناظر خارجی ــ که به‌گرفتن علائم او مشغول است ــ متوجه خواهد شد که فواصل زمانی بین هرعلامت با علامت بعدی مرتبا "زیاد شده و سرعت حرکت کشتی فضائی؛ هرلحظه آهسته‌تر می‌گردد . بالاخره ، پــس از مدتی کار به‌جائی خواهد رسید که زمان مابین علائم نوری آنقدر زیاد گشته که از زمان عمر ناظر خارجی نیز بیشتر می‌شود . زمان علامت بعدی حتی از عمر فرزندان و نوادگان و اخلاف او نیز افزونتر خواهد بود . و این درحالی است کــه فضانورد صادق ، بــا تداومی بی‌وقفه و بی‌تفکر ، برنامه فرستادن منظم علایم خویش را ادامــه می‌دهد . این‌جاست که بنظر بیننده خارجی می‌رسد ، کــه کشتی فضائی منجمد گردیده است . برای این امــر دو دلیل بهم‌پیوسته وجود دارد :

۱ــ در نزدیکی سیاه‌چاله جریان زمان بطورکامل مختل شده و در آنجا به‌اصطلاح ، زمان کندتر کار می‌کند .

۲ــ در نزدیکی سیاه‌چاله ، سرعت نور کاهش می‌یابد .

البته برای درک مفهوم جدید "**کاهش سرعت نور**" [1] در نزدیکی اجسام

1.Reduction of Light Speed

بسیار سنگین، باید تئوری نسبیت عام را بدقت درنظر داشت.

نام افسرده و حزن‌انگیز سیاه‌چاله به‌خوبی ممکن است به‌تصویر فوق‌الذکر مربوط باشد، زیرا ناظر خارجی فقط می‌تواند یک ستاره منجمد را ببیند که یک فضانورد منجمد و بدون حرکت در بالای سطح آن آویزان شده است. درست مثل مگسی که در تارعنکبوت اسیر شده و مرده باشد. نام سیاه‌چاله، بنا به‌دلایل بسیار دیگری که ذکر آن خواهد رفت، نام مناسب و بامسمائی است. زمانی‌که ستاره منجمد گردید، بسیار سریع تاریک می‌شود. یعنی اگر این ستاره فقط ده‌برابر سنگین‌تر از خورشید باشد، در $\frac{۴}{۱٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰}$ ثانیه از نظرگاه ناپدید می‌گردد. باین‌ترتیب، عمل سیاه شدن حقیقتا" بسیار سریع انجام می‌پذیرد. اگرچه ــ ازنظر تئوری ــ این تاریکی هرگز پیش نمی‌آید و ستاره منجمد با نوری رنگ‌پریده همواره در آنجا قرار دارد، اما این نور دارای انرژی چندانی نیست که بتوان آنرا از فواصل دور مشاهده نمود. یک‌چنین رفتاری که با این سرعت سرسام‌آور رخ می‌دهد، انجام هر گونه مشاهدات نجومی را غیرممکن می‌سازد، البته ستارگان سنگین‌تر، در زمانی نسبتا" طولانی‌تر ناپدید می‌شوند. اما حتی ستاره‌ای که یک‌میلیون بار سنگین‌تر از خورشید می‌باشد در یک $\frac{۱}{۴}$ ثانیه ازنظر ناپدید می‌شود و این نیز زمانی است که، امکان هیچگونه مشاهدات نجومی به‌ما نمی‌دهد. تنها درصورتی که یک شیئی سنگین با جرمی برابر یک کهکشان معمولی ــ که شامل یکصد میلیارد خورشید است ــ به‌سوی مرحله انقباض قطعی برود شانس کوچکی برای دیدن مرگش موجود است، ولی حتی یک‌چنین جسمی نیز در مدت کوتاه ده‌روزه ازنظر ناپدید می‌شود. به‌همین‌دلیل جستجو و تحقیق ــ ازطریق مشاهده مستقیم ــ درمورد مرگ ستاره‌هائی که درحال فروریختن هستند، غیرعملی است.

سیاه‌چاله حقیقتا" بسیار سیاه و بسیار عمیق است، اما همانگونه که خواهد آمد، این جسم کاملا" بدون انتها نیز نمی‌باشد. فرض کنید که آئینه‌ئی را روی سطح یک ستاره درحال انقباض قرار داده‌اید تا تمامی نوری را که به‌آن می‌تابد، منعکس نماید. ناظر خارجی که در فاصله دوری قرار گرفته، چراغ‌قوه خود را به‌آئینه می‌تاباند. در آغاز و پیش از آنکه سطح

ستاره به‌افق اتفاق برسد ، نور از روی آئینه منعکس گردیده و زمانیکه انعکاس نور بسوی ناظر بازگشت ، او مطمئن می‌شود که همه‌چیز درست انجام شده و آئینه و چراغ‌قوه در جای صحیح و مناسب خود قرار دارند ، و نیز درمی‌یابد که با یک ستاره معمولی سروکار دارد . پس از شروع انقباض، ناظر نور چراغ قوه را به‌روی آئینه ثابت نگاه می‌دارد ، اما دقیقا" درهمان لحظه‌ای که ستاره به‌افق اتفاق می‌رسد و نور خود ستاره ازبین می‌رود دیگر از آئینه نیز نوری منعکس نگردیده و همه‌چیز سیاه می‌شود . دقت‌نظر در نتایج این آزمایش نشان می‌دهد ، که این جسم هیچ نوری را برنمی‌گرداند و حتی تمامی نورهای تابیده‌شده به‌آن مانند سنگهائی هستند که در اعماق چاه سقوط نموده‌اند . بنابراین می‌توان گفت که، این جسم یک سوراخ یا **چاله** است .

این احتمال وجود دارد که درصورت تمایل، یک راکت با موتورهای بسیار قوی به‌سطح منجمد برای آوردن قطعه‌ای از ستاره بفرستیم . آیا ستاره‌ای که ظاهرا" تا ابد بلاتکلیف و معلق می‌باشد ، اجازه خواهد داد که فضانورد شجاع ما تکه‌ای از آن را ربوده و بازگردد ؟ البته این کار آسانی نخواهد بود ، زیرا برداشتن تکه‌ای از سطح ستاره‌ای که خود شدیدا" درحال خراب شدن و فروریختن به‌سوی مرکز خویش است ، مستلزم نشستن کشتی فضائی روی سطح ستاره ــ حداقل برای مدت کوتاهی ــ خواهد بود . اما حتی در این زمان کوتاه ، سفینه فضائی با ستاره پائین خواهد رفت . زمانی‌که کشتی فضائی مذکور به‌سطح ستاره رسید ــ که گفتیم این سطح خود درحال پائین رفتن و انقباض است ــ فضانورد باید بطور جدی مراقب اوضاع باشد که سطح ستاره را ، پیش از آنکه به‌نقطه بدون بازگشت افق اتفاق برسد ، ترک نماید . اشکال قطعی این پروژه ، ساختن موشکی است که بتواند با سرعت کافی به‌سوی ستاره درحال‌انقباض شیرجه رفته و پیش از آنکه ستاره به‌افق اتفاق برسد ، موشک به‌سطح ستاره رسیده و قطعه‌ای از سطح برداشته و فرار نماید . تازه ، با تمام مسائل فوق ، این پروژه هنوز به‌معنای تکه‌برداری از یک سیاه‌چاله واقعی نمی‌باشد .

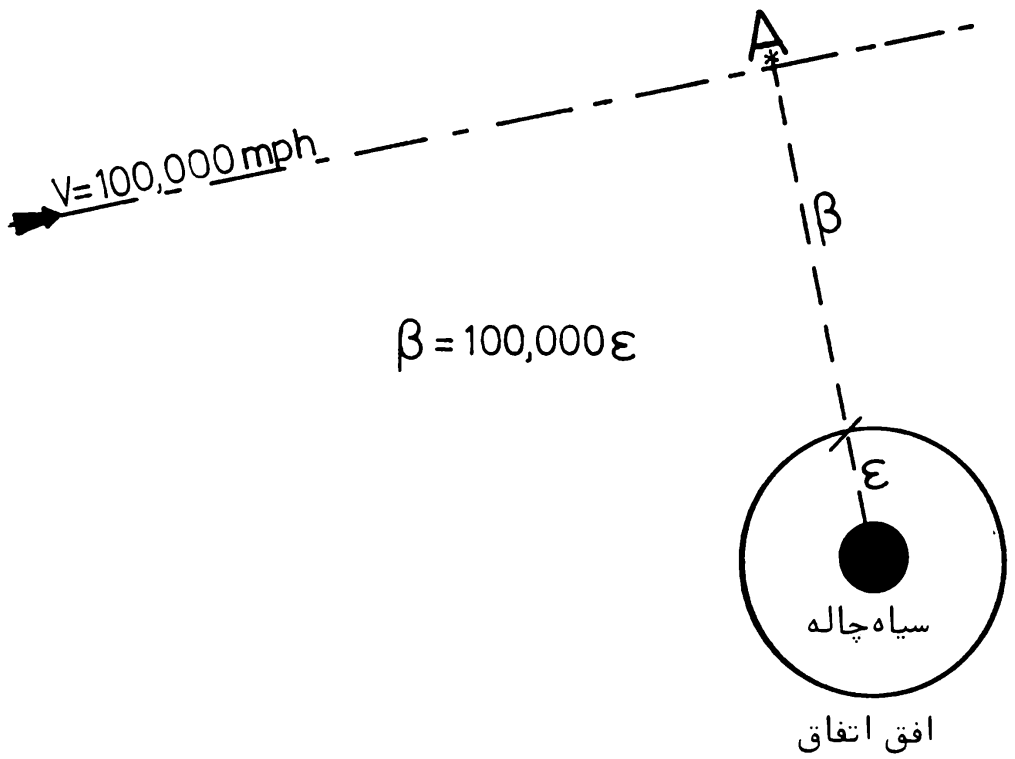
ستاره‌ای که ظاهرا" برای همیشه در داخل افق اتفاق خویش ناپدید شده است هنوز شانس ضعیفی برای ظهور دوباره دارد . این به‌شرطی است

که برخی منابع جدید انرژی در داخل ستاره موجود باشد، که بتوانند پیش از آنکه ستاره عملا" بداخل افق اتفاق فروبیفتد از انقباض بیشتر جلوگیری نمایند. البته این امر نقض غرض محسوب می‌گردد، زیرا باین‌ترتیب قبل از تشکیل سیاه‌چاله از فرم‌گرفتن آن جلوگیری شده است. سیاه‌چاله دوباره روشن نشده، بلکه اساسا" ایجاد نگردیده است. حتی با محفوظ‌نگاه‌داشتن قوانین و اجازه ندادن به‌سرچشمه‌های جدید انرژی برای جلوگیری از انقباض بیشتر، هنوز از نقطه‌نظر تئوری ممکن است یک کشتی فضائی با عملکرد بموقع و سرعت مناسب روی سطحی که درحال فرورفتن و انقباض است بنشیند و یک‌تکه از سطح را سریعا" برداشته و فورا" بگریزد، بطوریکه به‌سرنوشت بدی دچار نگردد و به‌هلاکت نرسد. چنین مانوری، به‌سفینه‌ای بسیار سریع و قوی و به‌فضانوردانی خونسرد و بی‌باک احتیاج دارد. محققا" پس از فرار سفینه فضائی از سطح خطرناک درحال فرورفتن؛ ستاره مجددا" طبیعت سیاه‌چاله‌ای خود را بدست آورده ــ یا به‌بیان صحیح‌تر ــ به‌نظر فضانوردان؛ یک سیاه‌چاله خواهد رسید.

به‌این‌ترتیب، در نگاه اول به‌نظر می‌رسد که سیاه‌چاله یک سوراخ کامل نیست، اما اگر فضانوردان به‌خود اجازه می‌دادند که بداخل افق اتفاق بروند، پی می‌بردند که این پدیده دهشتناک فضا حقیقتا" یک سوراخ کامل است. حتی قبل از ورود به‌افق اتفاق نیز، فقط با استفاده از یک موتور بسیار قوی است که کشتی فضائی می‌تواند امیدوار باشد که از چنگ سیاه‌چاله بگریزد. یک کشتی فضائی ضعیفتر، یا فضانورد بیچاره‌ای که از کشتی‌اش بیرون مانده است، به‌روزگار بسیار دردناکی دچار خواهند شد. تقدیر آنان محققا" این است که توسط سیاه‌چاله دستگیر شده و بلعیده شوند.

جسمی که بسوی سیاه‌چاله درحال‌حرکت است، اگر بخواهد توسط‌آن دستگیر نگردد، می‌بایست دارای زاویه مناسبی بوده تا افق اتفاق به‌آن دسترسی نداشته باشد.

موشکی که با سرعت ۱۶۱٫۰۰۰ کیلومتر در ساعت،در حرکت بسوی سیاه‌چاله است؛ باید نقطه‌ای مانند A را که با مرکز سیاه‌چاله باندازه یکصد هزار برابر شعاع شوآرس چیلد فاصله دارد هدف‌گیری نماید تا توسط افق



شکل ۱ : *رابطه شعاع ایمن و سرعت فرار .*

اتفاق دستگیر نگردد . هرقدر سرعت موشک کم شود ، احتمال بدام‌افتادن آن بیشتر است . درصورتیکه موشک سریعتر حرکت کند ، شانس بیشتری برای فرار از سیاه‌چاله خواهد داشت . اما موشکهای سریعتر دارای این نقطه‌ضعف هستند که از قدرت مانور کمتری برخوردار می‌باشند ، درحالیکه قدرت مانور موشکهای آهسته‌تر به‌مراتب بیشتر می‌باشد . بااین‌ترتیب ، شاید قدرت مانور موشکهای آهسته بتواند جبران سرعت اندک آنان را بنماید . نتیجه عمده تمامی این بحث‌ها این است که ، ما باید بقدرکافی از سیاه‌چاله دور بایستیم .

سیاه‌چاله‌ها دارای خواص بسیار جالب‌توجهی می‌باشند . در نزدیکی

سیاه‌چاله، زمان و فضا مفهوم متداول خود را بکلی از دست داده و در اصطلاح، خراب می‌شوند. ممکن است در آینده‌ای نزدیک‌تر از آنچه اینک به‌تصور می‌آید، بشر در معرض خطرات مهلک این خواص سیاه‌چاله قرار گیرد. آهسته شدن زمان در لبه سیاه‌چاله بویژه جالب‌توجه بوده و ما را به‌راهی که به‌یک **ماشین زمان** ممکن‌الوقوع ختم می‌شود راهنمائی می‌کند. این ماشین زمان، به‌ماجراجویانی که تا نزدیکی‌های افق اتفاق مسافرت می‌نمایند نوعی "شبه فناناپذیری" تقدیم خواهد نمود، البته این درصورتی است که آنان همواره در طرف ایمن بایستند. معنای این سخن این نیست که فضانوردان احساس طول‌عمر بسیار زیاد می‌کنند. بلکه سرچشمه زندگی و طول‌عمر آنان فقط در مقایسه با دوستان و اقوامشان، که در خانه‌های زمینی خود نشسته‌اند، زیادتر گشته است.

مقایسه دو شیوه جوان‌ماندن: اول، ازطریق نزدیک‌شدن به‌جسم سنگین و دوم، جوان ماندنی که از مسافرت بسیار سریع حاصل می‌گردد، جالب‌توجه است. فضانوردی که زمین را با موشکی به‌سرعت ۹۹ درصد سرعت نور ترک می‌کند، هفت بار آهسته‌تر از همکاران و اقوام خویش که روی زمین بجا مانده‌اند عمر خواهد کرد. اگر این سرعت به ۹۹/۹۹۹۹ درصد سرعت نور – یعنی سرعت خارق‌العاده فقط یک‌ده‌هزارم درصد آهسته‌تر از سرعت نور – برسد میلیونها بار آهسته‌تر از دوستان و همکاران زمینی خود، عمر خود را طی خواهد نمود. وی در بازگشت از دیدار ستاره‌ای نه‌چندان دور، پسر یک‌ساله‌اش را مسن‌تر از خویش خواهد یافت. و اگر با سرعت بیشتر بسیاحت جهان بپردازد، در بازگشت احتمالا" با حقیقت تلخ نابودی نسل بشر مواجه می‌گردد. در همین چندسال گذشته، خاصیت درخشان آهسته شدن زمان در اثر سرعت زیاد با روشهای تجربی به‌اثبات رسیده است. البته امکان حرکت بشر با چنین سرعت خارق‌العاده‌ای وجود ندارد، اما حرکت ذرات اولیه بسیار سبک تحت چنین شرایطی موردمشاهده قرار گرفته است. امروزه می‌دانیم که **مو – مزون‌ها**[1]، ذرات اولیه بسیار سبکی هستند که در بالای

---

1. MU-Mesons

اتمسفر زمین بوجود می‌آیند. علت وجودی آنان، تصادم بین پروتون‌های پرانرژی آمده از فضاهای خارج با مولکولهای هوا می‌باشد. این پروتون‌ها خود احتمالا" از یک انفجار سوپرنوا در کهکشان پدید می‌آیند. عمر مو ـ مزون‌ها در محیط مـادی کوتاه بـوده و انتظار می‌رود کـه این ذرات جذب ذره‌های دیگر شوند. حرکت مو ـ مزون‌ها از طبقات بالای اتمسفر بسوی سطح زمین بسیار سریع می‌باشد، امـا زمان رسیدن آنان به‌سطح دریـا هفت بار آهسته‌تر از زمانی است که محاسبات ناظر روی زمین نشان می‌دهند. یعنی، آنان بسیار آهسته‌تر از حالت سکـون خود پیر می‌شوند. ما، بدون درنظر گرفتن این تاخیر زمانـی (اینطور نامیده می‌شود!) مقـدار مو ـ مزون‌های رسیده به‌سطح دریا را حساب می‌کنیم. آزمایشات نشان می‌دهند که ذرات یافت‌شده در سطح دریا، به‌مراتب بیشتر از محاسبات ما می‌باشد. درعمل، تعداد ذرات یافت‌شده برابر با موقعی است که ما، در محاسبات خود تاخیر زمانی ناشی از سرعت را منظور داشته باشیم.

تجربه آهسته‌تر شـدن زمان بـرای ساعتهای درحال‌حرکت، حتـی در سرعتهای بالاتر نیـز انجام گرفته است. الکترون‌ها را بـا آن‌چنان سرعت فوق‌العاده‌ئی به‌حرکت درآورده‌اند، که ساعتی که با آنها حرکت کند پنجاه بار آهسته‌تر از زمـان سکون خود کار خواهد کرد. مشاهده این امر بوسیله اندازه‌گیری‌های دقیق انجام گرفته است. این آزمایش برای ذرات ابتدائی دیگر یعنی پروتون‌ها، نوترون‌ها و بسیاری ذرات کوچکتر دیگر تکـرار شده است. در شتاب‌دهنده‌های بزرگ، این ذرات را با سرعتهای سرسام‌آور به حرکت درآورده و در تمامی حالات، وجود تاخیر زمانی بـا وسایل تجربی مشاهده گردیده است؛ کـه مقدار آن، دقیقا" همان است که قانون **نسبیت عام** اینشتین پیش‌بینی می‌نماید.

بعضی از شکاکین اعتـراض می‌کردند کـه آزمایشات تاخیر زمانی توسط انسانهای درحال‌حرکت انجام نپذیرفته، و درحقیقت مقایسه بین ساعتها بـه‌عمل نیامده است. بـرای خاموش کـردن آتش تردید آنـان، آزمایشی فوق‌العاده صریح، دقیق و مستقیم بعمل آمد. محل انجام این آزمایش آمریکا

(و درواقع همه دنیا) بود. دو فیزیکدان آمریکائی، **جوزف هافل**[1] و **ریچارد کی‌تینگ**[2] پس از میزان‌کردن چندین‌مجموعه از ساعتهای اتمی بسیاردقیق؛ یک مجموعه از ساعتها را برداشته و با یک جمبوجت؛ یکبار بدور دنیا چرخیدند. پس از بازگشت به‌واشینگتن و مقایسه ساعتهای داخل هواپیما با ساعتهایی که روی زمین قرار گرفته بودند، دریافتند که ساعتهای داخل هواپیما دقیقا" همان مقداری که انتظار داشتند عقب مانده‌اند. عملا" مقدار تاخیر زمانی یکصدمیلیاردم ثانیه (10^{-11}) بود، اما همین اندازه تاخیر کوچک نیز برای اندازه‌گیری آنان که با دستگاههای بسیار دقیق آزمایشگاهی مجهز بودند کافی بود.

در آهسته شدن زمان بواسطه سرعت، یک **پارادوکس** موجود است که آنرا پارادوکس دوقلو می‌نامند. یکی از همزادان دوقلو، مسافرت فضائی سریعی انجام داده سپس به‌پایگاه اصلی برای دیدن همزاد خود بازمی‌گردد. آنکه در ایستگاه مانده بود، همزاد خود را می‌بیند که مسافرت سریعی به‌یک ستاره دور انجام داده و بازگشته است. اما درطول این مسافرت،هرلحظه از او جوان‌تر گردیده. بطوریکه پس از بازگشت،هنوز نیرومندی و شادابی جوانی را دراختیار دارد. درحالیکه او خود سالهاست دوران شباب را پشت‌سر گذارده و پیر گشته است. پس به‌آهستگی و با غم بسیار به‌خود می‌گوید: ساعتهای متحرک آهسته‌تر حرکت می‌کنند.

اما مسافر فضائی چه دیده است؟ او همزاد خود و ایستگاه را دیده که از جلوی چشمانش ناپدید شده‌اند و پس از مدتی دوباره پدیدار گشته‌اند. ازنظر فضانورد، همزاد ساکن ایستگاهش نیز متحرک بوده است. پس چرا همزاد ایستگاهی او ریشی سفید درآورده و رماتیسم گرفته است؟ مسلما" ساعتهای متحرک آهسته‌تر حرکت می‌کنند و قطعا" ــ تا آنجا که به‌فضانورد مربوط می‌شود ــ همزاد روی ایستگاه هم متحرک بوده است. پس چه اتفاقی رخ داده؟ آیا سن هرکدام از دو همزاد باید از دیگری کمتر شده و از دیگری جوان‌تر مانده باشد؟ این غیرممکن است.

1.Joseph Hafele 2.Richard Keating

کهکشان مارپیچی M51 ، در صورت فلکی تازی .

اساس حل این پارادوکس در این نکته نهفته است که، شرایط و اوضاع برای هر دونفر دقیقا" یکسان نیست. مسئله‌ای که در این پارادوکس به‌آن هیچگونه اشاره‌ای نشده ولی جان کلام نسبیت می‌باشد این است که، در یک دستگاه مختصات جهانی، مسافر فضائی چندین‌بار و حداقل چهار بار دارای شتاب تندشونده و کندشونده می‌گردد. درحالیکه این امر برای همزاد ساکن روی ایستگاه رخ نمی‌دهد. این اختلاف باعث می‌شود که فضانورد شتاب گرفته و پس از بازگشت به‌ایستگاه، جوان‌تر از دیگری مانده باشد. این امر نخستین‌بار در سال ۱۹۰۵ م. توسط آلبرت اینشتین تشخیص داده شد. او سپس این وضعیت را بطورکامل موردبحث قرار داده و نسبیت را فرموله کرد. نتایج نسبیت بسیارند و از مهمترین آنها این است که، ساعتهای متحرک آهسته‌تر حرکت می‌کنند. آزمایشات بیشماری، صحت نسبیت را بخوبی به اثبات رسانیده‌اند. اگر ما تئوری نسبیت را کمی بسط دهیم، می‌توانیم از آن برای درک آهسته‌تر شدن حرکت ساعتها در نزدیکی سیاه‌چاله استفاده نمائیم.

فرض کنید سیم‌های یکی از آسانسورهای ساختمان امپایر استیت پاره شده و آسانسور از طبقات بالای این ساختمان سقوط‌آزاد انجام دهد، بدیهی است این سقوط دارای شتاب تندشونده خواهد بود. سرنشین این آسانسور درحالیکه بسوی مرگ محتوم خویش پیش می‌رود، قادر به‌تشخیص سقوط خود نمی‌باشد. حتی اگر او به‌کلیه دستگاههای آزمایشگاهی هم دسترسی داشته باشد، اما قادر به‌برقراری ارتباط با خارج از آسانسور نباشد، نمی‌تواند وضعیت خطرناک خود را درک کند. او درحال سقوط‌آزاد می‌تواند به‌اطراف آسانسور شنا کند. درست مثل اینکه شتاب مناسبی از پائین، نیروی جاذبه را روی او خنثی نموده باشد. سقوط‌آزاد و خنثی شدن جاذبه، از بسیاری نظرات متشابه خواهند بود. این همان اصل معروف، **هم‌ارزی میدانهای شتاب‌دار و گرانشی**، می‌باشد.

با این‌ترتیب، فضانوردی که در داخل سفینهٔ فضائی و درنزدیکی سیاه‌چاله می‌باشد، نمی‌تواند دریابد که نیروی فوق‌العاده زیادی که او را به‌پیش می‌راند ناشی از جاذبه سیاه‌چاله است یا موتورهای سفینه شتاب بسیار زیادی

پیدا کرده‌اند . فضانورد بدلیل وجود این شتـاب موءثر ، هنگامیکه از سفر بدور سیاه‌چاله سالم به‌زمین بازمی‌گردد، در وضعیت دوقلوی مسافر می‌باشد . البته باید درنظر داشت که این بمعنای مسافرتی بسیار سریع نیست . اما با این‌وصف ، او از همـزاد زمینی خود کمتر عمر نمـوده و از او جوان‌تر مانده است . هرقدر او به‌لبه سیاه‌چاله نزدیک‌تر شود ، باید متحمل شتاب موءثرتر و بزرگتری گردد. بنابراین، تاخیر زمانی او بیشتر خواهد شد. ازنظر تئوری ، انجام یک‌چنین مسافرت "طولانی‌کردن عمر" عملی بنظر می‌رسد . اما هنوز معلوم نیست که طولانی‌کردن عمر ازاین‌طریق ، ارزش علمی داشته باشد یا خیر . بهرحال، شرط اولیه و لازم بـرای انجام چنین مسافرتی ، یافتن یک سیاه‌چاله است . معلوم است که گفتن این سخن آسان‌تر از انجام دادن آن می‌باشد ، زیرا یافتن یک سوزن گمشده دربین جمعیتی انبوه ، آسانتر از یافتن یک سیاه‌چاله در فضـا است . سیاه‌چاله یعنی ، نقطه‌ای سیـاه روی زمینه‌ای سیاه . همانگونه که قبلا " اشاره شد ، انقباض یک ستاره سنگین فقط باندازه یک چشم‌بهم‌زدن طول خواهد کشید . به‌این‌ترتیب، اگر آسمان را برای یافتن ستاره‌ای کـه سیاه می‌شود کـاوش نمائیم نتیجه‌ای حاصل نمی‌گردد و گشتن آسمان برای مشاهده تولد سیاه‌چاله فایده‌ای ندارد . ما حتی توقع نداریم که هیچگاه مستقیما "قادر به‌دیدن یک‌چنین جسمی باشیم، زیرا به‌محض اینکه ستاره‌ای منقبض شد آنقدر سیاه می‌گردد که دیدنش ازآن‌پس غیرممکن است .

دیدن سیاه‌چاله‌ای که در پشت آن ستاره پرنوری قرار دارد به‌ما مناظر بدیعی را نشان داده و چنین حادثه‌ای ، اطلاعات ذیقیمتی به‌ارمغان خواهد آورد . این مناظر بسیار جالب بویژه مربوط بـه‌هاله‌های نور تشکیل‌شده در اطراف سیاه‌چاله خواهد بـود ، زیرا نوری کـه از ستاره مستقیما " بسوی ما می‌آید توسط سیاه‌چاله پراکنده می‌گردد . این امر شبیه به‌اثر و حالتی است کـه ، درمورد هواپیمائی کـه بر فراز ابرهای مرتفع پـرواز می‌نماید مشاهده می‌گردد . کسی‌که از روی زمین به‌این هواپیما می‌نگرد دراطراف سایه هواپیما ، روی ابرها ، یک درخشش نور مشاهده خواهد نمود . این درخشش‌نور درواقع پراکندگی شعاع‌های نور می‌باشد ، که دراین‌حالت توسط قطرات بی‌آزار آب مستقیما " بطـرف عقب منعکس شده‌اند . انـواری که بطـرف پشت پراکنده

گشته‌اند ، بطرز مشخصی توسط سایه هواپیما روی ابرها قابل‌مشاهده است . برای دیدن هاله‌های اطراف سیاه‌چاله (اگرچه تقریبا " ضعیف‌تر از هاله‌های هواپیما و ابر خواهد بود) باید اول یک سیاه‌چاله بیابیم ، و دیدیم که این بسیار مشکل است .

برای برداشتن گامهای موءثر در راه رسیدن به‌سیاه‌چاله ، نیازمند دانش بیشتری درباره آن هستیم ، بویژه باید علائم سیاه‌چاله را شناخته و بدانیم که چه نشانه‌هایی در فضا از خود می‌پراکند . برای یافتن سیاه‌چاله،به‌ردپا یا اثرانگشت او نیازمندیم . همچنین باید دریابیم که سیاه‌چاله، چگونه شیئی بی‌احتیاطی را که در سر راهش قرار می‌گیرد خواهد بلعید . مطالعه این امر ، ما را به‌یافتن ردپائی برای کشف سیاه‌چاله راهنمائی خواهد نمود . اجسامی که توسط سیاه‌چاله شکار شده‌اند در لحظات آخر ، و پیش از بلعیده شدن کامل ـ درست درلحظاتی که درحال خرد شدن می‌باشند ـ تشعشعات خاصی را از خود در فضا به‌عنوان آخرین فریاد منتشر می‌کنند ، که می‌توانند به عنوان علائم راهنما برای یافتن سیاه‌چاله بکار روند . باید سایر خواص احتمالی سیاه‌چاله‌ها را نیز درنظر گرفت ، طبیعی است که مهمترین خاصیت سیاه‌چاله جرم آن و فشردگی عظیم این جرم است . اما آیا او خواص دیگری بجز جرم و فشردگی هم دارد ؟ به‌عنوان مثال : آیا سیاه‌چاله‌ها بار الکتریکی نیز دارند ؟ و اگر دارند ، مقدار این بارها چقدر است ؟ پاسخ به‌این سئوال برای تکنولوژی سیاه‌چاله می‌تواند بسیار مهم و روشنگر باشد . زیرا کنترل سیاه‌چاله‌ها و دور نمودن آنان از مکان اصلی خود بکمک نیروهای الکتریکی ، بمراتب آسان‌تر از استفاده از نیروهای جاذبه‌ای است ، چون نیروهای الکتریکی بسیار قوی‌تر از نیروهای جاذبه‌ای عمل می‌کنند . این سئوالات را ، در فصل آینده موردبررسی قرار خواهیم داد .

فصل سوم

آدمخواران از نزدیک

آدمخواران از نزدیک

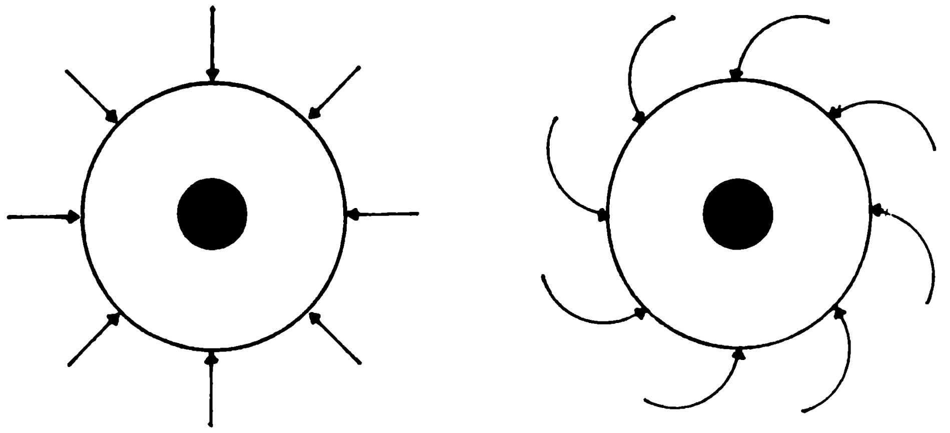
سیاه‌چاله یک آدمخوار است . درواقع او غولی است که همه‌چیز را بی‌محابا می‌بلعد . همچنان‌که کوسه‌های بزرگ زباله‌دانی دریاها می‌باشند ، سیاه‌چاله‌ها نیز زباله‌دانی فضا هستند . سیاه‌چاله ، هرچه را که سر راهش قرار گیرد می‌بلعد و بمحض آنکه کسی یا چیزی توسط سیاه‌چاله بلعیده شد ، دیگر امیدی به‌فرار و نجات نخواهد داشت . راه‌های ورود به‌جهان خارج ، برای کسی که به‌افق اتفاق وارد شده ، برای همیشه بسته می‌شود . ورود به سیاه‌چاله ، شبیه ورود به‌دوزخ **دانته**[1] است : "**داخل می‌شوی؟ دست از هر امیدی بشوی**" . اما درواقع ، برای بیننده‌ای که مشغول نظاره آسمانهاست ، یک‌چنین تقدیر شوم و زجرآوری غیرقابل‌مشاهده است ، هرگز نمی‌توان فضانورد بی‌احتیاطی را که در دام سیاه‌چاله گرفتار می‌شود دید . مشاهده ورود او به‌داخل سیاه‌چاله غیرممکن است و در بهترین حالت ، می‌توان او را بطور منجمد و متوقف در لبهٔ "افق اتفاق" مشاهده نمود . اگر محاسبات را برمبنای حرکت دقیق ذرات تشکیل‌دهنده نور قرار دهیم ، بسهولت پی می‌بریم که مسافر منجمد فضائی درکسر کوچکی از ثانیه بکلی از نظرگاه ناظر خارجی ناپدید خواهد گردید . اما اگر از راه دور قادر به‌دیدن او بودیم ، می‌دیدیم که هنوز بدون حرکت در آنجا آویزان است . درحقیقت از لحظه ورود به‌افق اتفاق ، انرژی مجموعه نوری که او می‌تواند از خود ساطع نماید کمتر از مقداری است که برای فرار و رسیدن به‌دنیای خارج لازم است .

1.Dante Alighieri

باید گفت که تشابه حیرت‌آوری بین زندگی خورشید و انسانها موجود است و در زیست عادی انسانها ، مراحل مختلفی پیش می‌آید که بخوبی با مراحل مختلف زیست خورشیدها قابل‌مقایسه می‌باشد. یافتن مثالهای بیشمار این امر بعهده ذهن ظریف و هوشمند خواننده است، ما فقط به‌تشابه سیاه‌چاله و برخی ممالک دیکتاتوری جهان اشاره می‌نمائیم ، که در لبه "افق اتفاق" یا "مرز" آنان اتفاقات مشابهی رخ می‌دهد . در لبـــه افق اتفاق ، نوری که فضانورد به‌خارج می‌فرستد دارای انرژی خروج نبوده و همانجا می‌ایستد ، که اصطلاحا " می‌گویند : **این نور منجمد شده است .**

سیاه‌چاله وقتیکه از ما دور است منجمد بنظر می‌رسد ، اما پس‌از نزدیک شدن به‌آن پی خواهیم بـــرد که چه طوفان سهمگینی در اطـراف آن برقرار است . بااین‌ترتیب که ، او آرامش یخی خود را به‌کنار گذاشته و روی هر شیئی که در نزدیکی‌اش قرار دارد جاذبه ثقلی فوق‌العاده قوی اعمال می‌کند . ما ذرات جهان اطراف را می‌بینیم که بطور مستقیم (شکل ۲ : الف) ویا بصورت چرخشی (شکل ۲ : ب) به‌این دهان سیـــاه مکنده فرو می‌روند . خرد شدن سنگها و حتی ذرات در داخل این دهان ، با فریادی رعدآسا همراه است . بااین‌ترتیب ، ما ناگزیریم از این هیولای سیاه نامرئی آسمانها احتراز نمائیم . زیرا درغیراینصورت ، زنده‌زنده توسط‌آن بلعیده خواهیم شد .

احتمال اینکه خورشید منظومه شمسی،در روی جاده‌ای که به‌یک سیاه‌چاله غارتگر منتهی می‌شود قرار داشته باشد بسیار ضعیف است . درواقع ، احتمال بلعیده شدن زمین یا خورشید ، توسط یکی از سیاه‌چاله‌ها ، همانقدر ضعیف است کـــه احتمال تصادم خورشید بـــا یک ستاره سرگردان . اما هرقدر این احتمالات کوچک باشند باز هم امکان وقوع دارند و درنتیجه ، ما باید مراقب این خطر بوده و برای کشف علائمی کـــه ما را از وجود چنین خطری آگاهی می‌دهند کوشش نمائیم . حتی ممکن است کـــه برخورد با سیاه‌چاله از درجه احتمال بالاتر از آنچه کـــه ما بسادگی حدس زده‌ایم برخوردار باشد ، زیرا ممکن است که تعداد سیاه‌چاله‌های اطراف ما بسیار بیش از حد تشخیص ما بوده باشد . بهرحال ، همانگونه که یک ضرب‌المثل قدیمی انگلیسی می‌گوید :



شکل ۲ : جهانخوارگی سیاه‌چاله‌ها .

"همیشه بهتر است مطمئن باشیم تا متأسف[1] " . از آنجا که بشر تاکنون در این‌مورد کاری جدی انجام نداده و توجه چندانی باین مسئله ننموده است ، باید از خواب گران بیدار شده و دست از رؤیای شیرین خود برداریم . اما باید از هم‌اکنون و بطور جدی ، درمقابل احتمال ازبین‌رفتن نهائی کره زمین توسط سیاه‌چاله ، چاره‌جوئی نمائیم .

بشر در آستانه مسافرت به‌خارج از منظومه شمسی است . البته سخن‌گفتن از چنین مسافرتی درحال‌حاضر شاید کمی زود بنظر برسد ، زیرا ماه تازه به تسخیر بشر درآمده و تاکنون بشر فقط توانسته سفینه‌های بدون سرنشین به سیارات مختلف منظومه شمسی گسیل دارد . اخیرا " سفینه‌های حامل پیام ، بسوی خارج از منظومه فرستاده شـده است . بطورکلی باید توجه داشت که روند پیشرفت تحقیقات علمی روزافزون بوده و از هم‌اکنون قابل پیش‌بینی

1.Better to be sure,than Sorry

است که ، حداقل تا پایان این قرن ، سفینه‌های فضایی بدون سرنشین بسوی ستاره‌های نزدیک فرستاده شوند . امروزه ، که ما برای آغاز دوران پرواز در فضای مابین ستاره‌ها کوشش بسیار می‌نماییم و سرگرم برداشتن نخستین گام‌ها هستیم ، ناپدید شدن کامل و ناگهانی سفینه‌های فضائی یک فاجعه است . بهمین‌دلیل ، باید تلاش نمود تا موقعیت سیاه‌چاله‌های گرسنه را با نهایت دقت ممکن مشخص کنیم .

دیدن تولد سیاه‌چاله تقریبا " غیرممکن است ، مگر اینکه واقعا " دارای ابعاد نجومی باشد . دیدیم که ، سیاه‌چاله‌های باندازه یک کهکشان متوسط ــ شامل بیش از صدمیلیارد ستاره ــ درعرض چندین‌روز ناپدید خواهند شد . همچنین بررسی نمودیم که مشاهده سیاه‌چاله ازطریق نوری غیرممکن است و هرنوع نوری نیز که به‌آن بتابانیم ، توسط‌آن بلعیده شده و انعکاسی نخواهد داشت . در اینجا این سئوال پیش می‌آید که : آیا سیاه‌چاله اصولا " هیچ نشانه یا ردپائی از خود بجا می‌گذارد که به‌کمک آن بتوان از وجودش مطلع گردید ؟ اگر سیاه‌چاله حقیقتا " از خود اثری برجا نگذارد ، آینده بشر تنها به‌شانس بستگی خواهد داشت . زیرا هیچ نشانه‌ای از تله‌های مرگ که به‌انتظار بشر خمیازه می‌کشند ، یا حتی یک‌جائی مستقیما " در سر راهش مخفی شده و کمین کرده‌اند،ندارد . که در اینصورت مجبور است به‌امید شانس بوده و آرزو نماید که بخت با او یار باشد . اما درعمل،اوضاع به‌این بدیها هم نیست . زیرا سیاه‌چاله امضایش را درقفایش بجا گذاشته ، که با کمک آن می‌توان بوجودش پی برد . منجمد شدن فضای خارج از افق اتفاق ، یکی از ردپاهای سیاه‌چاله است و خمیدگی شدید فضا ، نشانه دیگر شناسائی این جسم هولناک می‌باشد . با مشاهده انحراف مدارات سفینه‌های فضائی ، یا ستاره‌هائی که تحت‌تاثیر سیاه‌چاله قرار گرفته‌اند ، می‌توان بوجود آن پی برد .

این امر ، شبیه به‌مسیر سنگی است که تحت‌تاثیر جاذبه زمین قرار گرفته است . فرض کنید سنگی را به‌هوا پرتاب کرده و درهمین‌حال زمین به‌سرعت به‌کناری رفته و محل اولیه خود را ترک کند ، بدیهی است که دراین‌حال سنگ به‌خط مستقیم خواهد رفت . درحالیکه در موقعیت عادی،سنگ بوسیله

جذب ثقلی دوباره بسوی زمین کشیده می‌شد . این یکباره کناررفتن زمین ، درحالیکه روی فضای اطراف خود اثر بگذارد، مثل پاره شدن رشته‌های ارتباط سنگ با زمین عمل می‌نماید و سنگ را در فضا رها می‌سازد . اما اگر سنگ را به‌هوا پرتاب کرده و زمین ناگهان ناپدید شده و ازبین برود ــ یا توسط سیاه‌چاله‌ای بلعیده شود ــ بطوریکه هنوز هیچگونه آشفتگی در فضای اطراف زمین بوجود نیامده باشد ، درآنصورت سنگ بسوی سطح زمین ناپدید شده بازخواهد گشت . فضای ناآشفته اطراف زمین شبیه به‌فضای اطراف سیاه‌چاله است ، اما البته خمیدگی آن به‌اندازه خمیدگی فضای اطراف سیاه‌چاله نمی‌باشد .

فرض کنید ما مشغول مشاهده مسیر یک سفینه فضائی در فضای دوردست بوده و پی می‌بریم که در این مسیر ، انحرافی موجود است . و باز فرض کنیم که در آن اطراف هیچ ستاره یا ابر فضائی ، که بتوان آن را باعث بوجود آمدن انحراف مسیر سفینه فضائی دانست ، روءیت نمی‌شود . اگر از اوضاع موشک اطلاع داشته و بدانیم که موتور آن بطور کامل و صحیح عمل می‌کند ، تنها دلیلی که برای رفتار خاص سفینه و انحراف آن بنظر می‌رسد اینست که سفینه در نزدیکی سیاه‌چاله حرکت می‌کند .

آیا محاسبات نظری قادر به‌تشخیص نوع سیاه‌چاله‌ای که باعث چنین اغتشاشی گردیده است خواهد بود ؟ بله ، ما قادر خواهیم بود مشخص کنیم که سیاه‌چاله از چه نوع است . اینک بخوبی مشخص گردیده است که فقط انواع بسیار محدودی از سیاه‌چاله‌ها می‌توانند در اثر انقباض ستاره‌های سنگین بوجود آیند . درواقع ، تاکنون فقط احتمال وجود سه‌نوع خاص از سیاه‌چاله‌ها داده می‌شود . داستان ایجاد سیاه‌چاله از ستاره سنگین ، همان ماجرای بوجود آمدن "افق اتفاق" در اثر خرد شدن وحشیانه یک ستاره درحال انقباض در زیر فشار بسیار زیاد است . پس‌از آنکه سوخت هسته‌ای در داخل یک ستاره پایان پذیرفت ، با سرعتی خارق‌العاده شروع به‌انقباض و فروریختن بسوی مرکز خود می‌نماید و در کسر کوچکی از ثانیه بداخل "افق اتفاق" خود فرو می‌رود . قبل از این انقباض وحشیانه ، ممکن است ستاره درحال چرخیدن بوده باشد . دراین‌صورت ما انتظار داریم که این چرخش، پس از انقباض با

سرعت بیشتری انجام گیرد . این دقیقا" همان وضعیتی است که درمود یک یخ‌باز رخ می‌دهد . همه دیده‌ایم که یکی از حرکات یخ‌بازی ، چرخش بدور خود می‌باشد . در این حرکت یخ‌باز به‌آهستگی و با دستان باز بدور خود می‌چرخد ، اما ناگهان دستان خود را بسته و ازاین‌پس سرعت چرخش او بسیار بالا می‌رود . ازدیاد چرخش، ممکن است باعث پرتاب شدن قسمتهای مهمی از مواد ستاره بداخل فضا شود . درصورت بروز چنین امری ، پس از آنکه ستاره مقدار قابل‌توجهی از جرم خود را باین‌ترتیب از دست داد به آرامی و با ملایمت تبدیل به‌کوتوله یا ستاره نوترونی خواهد شد . البته باید دانست که ، ستاره همواره قادر به‌ازدست‌دادن مقدار کافی از جرم خود نبوده و ستاره نگون‌بختی که نتواند از شر این جرم اضافی خلاص شود دچار انقباض کامل شده و به‌سیاه‌چاله تبدیل می‌گردد .

اگر ستاره در آغاز انقباض کوه‌های مرتفعی روی سطح خود داشته باشد ، پس از تشکیل افق اتفاق و مخفی شدن در پشت آن ، تمامی کوه‌ها ازبین رفته و هیچ نشانه‌ای از آثار آنان باقی نخواهد ماند . خمیدگی منجمد فضا ، که بمثابه اثر انگشت سیاه‌چاله پس از او بجا خواهد ماند ، نشان می‌دهد که سطح ستاره منقبض‌شده مانند گلوله بیلیارد صاف می‌باشد . بهمین‌دلیل درمیان ستاره‌شناسان مصطلح است که ، سیاه‌چاله اصلا" مو نداشته و طاس است . تنها با تشخیص خمیدگی منجمد فضای خارج از افق اتفاق است که می‌توان مقادیر جرم ، چرخش و بار الکتریکی شیئی را که باعث ایجاد چنین خرابی و اغتشاش در فضا گردیده است ، تشخیص داد . کلیه ویژگی‌ها و وجوه تمایز ستاره مادر ، مانند خواص شیمیائی مختلف که به‌کمک طیف نوری ستاره قابل‌تشخیص می‌باشد ، تماما" از نقطه‌نظر ناظر خارجی محو گردیده‌اند . باین‌ترتیب ، پس از ایجاد افق اتفاق نمی‌توان درباره چگونگی ستاره مادر اظهارنظری نمود . تنها درصورتی که ناظر خارجی جرات ماجراجوئی عظیمی به‌خویش داده و بداخل افق اتفاق مسافرت نماید ، قادر به‌اکتشاف وقایع داخل آن خواهد گشت . اما دراین‌صورت ، او قادر به‌استفاده چندانی از دانش بدست‌آورده خویش نخواهد بود ! برای او بازگشتی وجود ندارد و مجهز بودن با هر مقدار دانش نمی‌تواند جلوی مرگ محتوم او را بگیرد .

طریقه ویژه ناپدید گشتن ماده در تولد سیاه‌چاله کاملا " مهم و قابل‌توجه است ، زیرا بعضی از محترمترین قوانین طبیعت را مورد بی‌احترامی قرار داده و نقض می‌نماید . یکی از این قوانینی که جا دارد در اینجا از آن نام برده شود ، مربوط به‌محو شدن پروتون‌ها و نوترون‌ها در سیاه‌چاله است . این پدیده ، مستقیما " به‌وجود فردی هریک از ما مربوط می‌گردد و با این‌جهت ارزش بررسی دارد . معمولا " ، دو ذره پروتون و نوترون در طبیعت با یکدیگر دسته‌بندی شده و هسته اتم را تشکیل می‌دهند . بدون وجود الکترونها نیز این ذرات بـا یکدیگر دسته‌بندی می‌شوند ، که بعلت تشابه زیاد خواصشان با خواص هسته اتم به‌آنان **ذرات هسته‌ای** می‌گویند . ذره هسته‌ای پروتون یا نوترون بطرز عجیب و خارق‌العاده‌ای پایدار است ، مشاهده شده است که عمر آنها میلیاردها بار بیش از عمر خورشید است . این مسئله درحقیقت برای ما بسیار ارزشمند و مثبت است ، زیرا اگر ذره هسته‌ای با هر سرعت کوچک اما قابل‌توجهی ازبین می‌رفت؛درآنصورت اتمهائی که وجود و زیست همه ما وابسته به‌آنهاست؛تغییر**ماهیت** داده و نوع خود را عوض می‌کردند . و این امر برای ما فاجعه‌آمیز می‌بود ، زیرا اساس ساختمان زیست را دگرگون می‌ساخت. اثر این مسئله بسی محسوس‌تر خواهد بود ، اگر تغییر هسته‌ای درمدت طول عمر یک انسان رخ دهد . زیرا ما نیاموخته‌ایم که فرزندانمان درطی یک‌نسل ، بطورکامل و قاطع با ما تفاوت داشته باشند . در روی زمین ، هسته‌های اتم خود را بخوبی درمقابل فساد محافظت کرده و شکل خود را حفظ می‌کنند ، اما پس از آنکه در داخل افق اتفاق قـرار گرفتند قادر به‌حفظ خواص ویژه هسته خود نخواهند بود و با هسته‌های خارج از افق اتفاق ، تفاوت کلی پیدا خواهند کرد . انقباض کلـی ، کلیه هسته‌های دنیا را خراب می‌کند . دنیای ایمن ما با جهان عجیب داخل افق اتفاق ، تفاوت بنیادی و اساسی دارد . پایداری هسته اتـم در زمره اصول بنیادی درک مـا از جهان اطراف خود می‌باشد ، و چنان باین پدیده خو گرفته‌ایم کـه تصور غیر آن برایمـان اگر غیرممکن نباشد بسیار مشکل است .

از آنجا که سفینه فضائی در نزدیکی سیاه‌چاله به‌ترتیبی بسیار مشخص تغییرمسیر می‌دهد ، و از آنجا که نوع خاص خرابی فضا ــ در خارج از ستاره

منقبض‌شده ــ با جرم ، چرخش و بارهای الکتریکی درونی سیاه‌چاله مستقیما" مربوط می‌باشد ، بنابراین با مشاهده مسیر منحرف‌شده جسمی که در نزدیکی سیاه‌چاله حرکت می‌کند می‌توان به‌کمیات مختلف سیاه‌چاله پی برد . البته برای محاسبه مقادیر مختلف این کمیات ، ناگزیر به‌دانستن کمیات متناظر در سفینه می‌باشیم . باین‌ترتیب که دانستن جرم ، مسیر و منتجه بارهای الکتریکی سفینه برای انجام محاسبات ضروری هستند .

محاسبات نشان می‌دهد که سیاه‌چاله چرخشی با غیرچرخشی ، دارای تفاوت عمده‌ای می‌باشد . افق اتفاق سیاه‌چاله چرخشی کوچکتر از غیرچرخشی است ، و مقدار این تفاوت به‌میزان چرخش سیاه‌چاله بستگی دارد . هنگامیکه ستاره چرخان منقبض می‌شود ، پیش‌از رسیدن به‌افق اتفاق برای ناظر خارجی منجمد می‌گردد . سطح ستاره منجمد ، جائی که بنظر می‌رسد ستاره برای همیشه در آنجا می‌چرخد ، بنام **ارگوسفر**[1] معروف است . این همان سطحی است که روی آن ، زمان ثابت ایستاده و با توقف و مرگ زمان ، فناناپذیری آغاز می‌شود . این اولین برخورد واقع‌گرایانه، اما اجمالی، با "ماشین زمان" می‌باشد . زندگی در لبه ارگوسفر ، بسی کم‌خطرتر از زندگی در افق اتفاق بوده و دارای این برتری کلی است که در آنجا می‌توان زمان را کنترل نمود . اگر ستاره منقبض‌شده به‌حد کافی سنگین باشد فاصله مابین افق اتفاق و ارگوسفر می‌تواند بطور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یابد ، بطوریکه خطر سقوط به داخل افق اتفاق به‌حداقل خواهد رسید . بنابراین ارگوسفر یک سیاه‌چاله بزرگ و چرخنده ، جائی است که می‌توان برای مدت کوتاهی در آنجا توقف و استراحت کرده و در بازگشت ، هزاران یا میلیونها سال در آینده به‌جلو رفت . طبیعتا" هرقدر بخواهیم بیشتر بداخل زمان آینده مسافرت کنیم ، باید به‌سطح حقیقی ارگوسفر نزدیکتر شویم . که در آنصورت فرار از چنگال جاذبه سیاه‌چاله و بازگشت به‌جهان کم‌جاذبه ، مشکلتر خواهد بود . ازآنجا که برای این امر سفینه‌هائی با موتورهای قوی‌تر و سوخت بهتر لازم است ، می‌توان گفت هرقدر بیشتر مایل به‌مسافرت به‌زمان آینده دورتر باشیم، باید

---

1. Ergosphere

خوشه پروین .

ستاره‌های خوشه پروین ، با سحابی .

قیمت گزافتری بپردازیم . خرج ما برای مسافرت طولانی‌تر بیشتر خواهد بود ، و این چیزی است که ما طبیعتا "انتظار آنرا خواهیم داشت. هیچکس نمی‌تواند ، هیچگاه چیزی را از هیچ بدست آورد . البته درحال‌حاضر این قاعده خیلی واضح و روشن بنظر می‌رسد . بطوریکه بدون سئوال، هر ذهنی آنرا می‌پذیرد . اما از آنجا که هنوز این موضوع صددرصد به‌اثبات نرسیده ، شاید مجبور شویم برای تعبیر اتفاقات فیزیکی دنیای طبیعی ــ بویژه در قلب سیاه‌چاله ــ در این قانون کلی تجدیدنظر بعمل آوریم .

بیائید به‌مسئله اصلی ، یعنی جستجو برای یافتن سیاه‌چاله در فضا ، بازگردیم . تاکنون از دو روش برای شناسائی سیاه‌چاله سخن گفته‌ایم . روش اول، رصد کردن ستاره‌ای است که مراحل آخر عمر خود را می‌گذراند . روش دوم ، مشاهده انحراف سفینه فضائی در همسایگی با یک‌شیئی غیرقابل‌روءیت است . که هیچیک از این‌دو ، روش‌های مناسب و مساعدی نیستند . برای استفاده از روش اول، باید بتوانیم دقیقا" محل و زمان تشکیل سیاه‌چاله را حدس بزنیم . و برای استفاده از روش دوم ، باید محل تقریبی سیاه‌چاله تشکیل‌شده را بدانیم . اما این دقیقا" همان کاری است که ما برای قدم اول درنظر گرفته‌ایم . پس باید نشانه‌های دیگر و برگه‌های موءثرتری از سیاه‌چاله‌ها بدست آوریم . واضح‌ترین نشانه‌ای که ما را به‌وجود سیاه‌چاله راهنمائی می‌کند ، اثرات سیاه‌چاله روی ستاره‌های همسایه می‌باشد . اگر تعداد سیاه‌چاله‌های جهان زیاد باشد ، در آنصورت ستاره‌ها به‌صورت نامنظم و غیرقابل‌پیش‌بینی حرکت خواهند نمود . برای بیننده‌ای که در فاصله دور ایستاده و از وجود سیاه‌چاله‌ها بی‌خبر است ، حرکات نامنظم ستارگان و تصادماتی که با غارتگران اجرام رخ می‌دهد دلخواه و بی‌دلیل به‌نظر می‌رسد . درواقع ، شعر مقفای فضائی بی‌قافیه گشته و علت اولیه حرکت درمقابل علت ثانی ؛ رنگ‌پریده می‌گردد . این دقیقا" همان وضعیتی است که در چند دهه گذشته در آسمانها مشاهده شده است .

به‌نظر می‌رسد که دربین ستارگان ، حرکات نامنظم و نامعقول بسیار یافت می‌شود . به‌ویژه که در چندین کهکشان ، حرکات رفت‌وآمدی ستارگان و روشن و خاموش شدن آنان ، باکمک جرم های قابل‌روءیت‌شان قابل‌توضیح و تشریح

نیست . این پدیده به‌طور اخص در کهکشانهائی که دارای شکل بیضوی (تخم مرغی) هستند مشاهده شده است . اندازه‌گیری نسبت جرم ستارگان کهکشان‌های بیضوی به نور ساطع شده از آنها ، نشان می‌دهد که اندازه هر کدام از این ستارگان بارها از خورشید ما بزرگتر است . به‌عنوان مثال : این اندازه‌گیری درمورد کهکشان بیضوی NGC 4486 نمایانگر این نکته است که ، جرم هریک از ستارگان این کهکشان درحدود شصت برابر جرم خورشید ما می‌باشد .

اما نکته مهم اینجاست که ، خورشید در کهکشان راه شیری ستاره متوسطی بیش نیست . و به‌همین‌ترتیب مشاهده می‌شود که در کهکشان‌های بیضوی نیز ستاره‌ای مانند خورشید ، ستاره متوسطی است . از آنجا که کهکشان‌های بیضوی به‌طور ویژه فاقد ابرهای گاز و تهی از غبارهای فضائی می‌باشند، انتظار نمی‌رود که مقدار زیادی از ماده معمولی ، بصورت نامرئی ، در این کهکشان‌ها موجود باشد . یعنی ، تمامی ماده عادی این کهکشان‌ها قابل‌روءیت می‌باشد . پس چرا برابری جرم خورشیدها سازگار درنمی‌آید ؟ ناسازگاری برابری جرم خورشیدها ، سئوال مهمی را به‌وجود می‌آورد . ماده غیرقابل‌مشاهده در کهکشان‌های بیضوی‌شکل چیست ؟ چرا درحدود ۹۸٪ از مواد کهکشان NGC 4486 برای ما قابل‌روءیت نیست ؟ در اینجا می‌توان بطور طبیعی به این فکر افتاد که ، این مواد نامرئی به‌صورت سیاه‌چاله‌ها درآمده‌اند . سیاه‌چاله‌ها انرژی خارق‌العاده‌ای را روی ستاره‌های اطراف خود اعمال می‌نمایند ، که توسط آن می‌توان حرکات نامنظم ستارگان این کهکشان‌ها را توضیح داد . ممکن است در مرکز کهکشان‌های بیضوی ، اشیاء فوق‌العاده بزرگ و منقبض‌شده‌ای از ته‌نشین شدن گازها و فرو ریختن ستارگان کامل به‌وجود آمده باشد . متاسفانه هنوز از مرکز این کهکشان‌ها هیچگونه مدرک عینی به دست نیامده ، و در آنجا هیچ ناحیه سیاهی مشاهده نگردیده است .

نکته بسیار جالبی درمورد بعضی کهکشان‌های کوه‌پیکر بیضوی وجود دارد ، که نیازمند بررسی بیشتر می‌باشد. در برخی از کهکشان‌های بیضوی، وقایعی درشرف وقوع است که بسیار شگرف بوده و عمیقا" باعث کنجکاوی پژوهشگران می‌گردد . به‌عنوان مثال کهکشان M 87، که ازجهت روشنائی در

میان کهکشان‌های بیضوی مقام دوم را دارا بوده و در خوشه‌ی **سنبله**[1] قرار دارد ، از خود امـواج رادیویی و **اشعـه** X[2] ساطع می‌نماید . یکـی از ذرات ساطع شده توسط این کهکشان ، ازجهت کوچکی با ذرات هسته‌اتم قابل‌مقایسه است . وجود امواج رادیویی در فضا امر غریبی نبوده و سابقه آن به‌تپنده‌ها و نخستین روزهای زندگی رادیوتلسکوپ‌ها بازمی‌گردد . اما اشعه X ، بهت و هیجان بسیاری در محافل علمی ایجاد نموده است . پس از بررسی بسیار و ارائه راه‌حلهای گوناگون ، اینک پیشنهاد شـده است که دلیل صدور اشعه X از کهکشـان M87 به‌خاطر ریـزش دائمی گازهـای داغ بـر روی یک شیئی منقبض‌شده در مرکز M87 می‌باشد .

در مرکز M87 ، جسم بسیار سنگین و فشرده‌ای قرار دارد که لاینقطع به بلعیدن فضای اطراف خود مشغول می‌باشد . مواد بلعیده‌شده به‌عنوان آخرین فریاد ، از خود اشعه X به‌سراسر جهان منتشر می‌کنند . ایـن گازهای داغ ، ذرات کوچک خود را با چنان انرژی به‌سوی فضا پرتاب می‌نماید که حتی به ما که در روی زمین هستیم می‌رسد . وجود سیاه‌چاله در مرکز M87 ، به‌معنای آنست که M87 درشرف خودکشی است . تعداد کهکشان‌های دیگری که مشغول انجام عمل متشابهی هستند ، چند عدد است؟ هنوز نمی‌دانیم ، ولی این روزها در جهان نجوم پدیده‌های عجیب و نو کم نیستند .

مسئله بسیار شگفت‌انگیز ، کـه کنجکاوی بسیار ایجاد کرده و توجه کلیه منجمین را به‌خود معطوف داشته است ، وجود کهکشان‌های نامرئی می‌باشد . در خوشـه کهکشانها موجودات غیرقابل‌روءیتـی وجود دارنـد که بـر روی کهکشان‌های قابل‌روءیت ، اثرات قابل‌مشاهده اعمال می‌نمایند . این شبیه به‌تاثیرات ستاره‌های سیاه داخل یک کهکشان ، بر روی سایر ستارگان همراه خود می‌باشد . تاکنون چندین خوشه کهکشانی از نـوع فوق ، موردمشاهده قرار گرفته است . مقدار مـاده تاریک‌شده و نامرئی این خوشه‌ها ـ به‌نسبت ماده روشن و مرئی ـ زیاد می‌باشد ، بطوریکه می‌توان آنها را **کهکشان سیاه** لقب داد . مشاهدات نشان می‌دهند که بطور معمول ، مقدار جرم غیرقابل

---

1. Virgo   2. X-Rays

روءیت در خوشه‌های کهکشان‌ها بین ده تــا صد برابر جرم قابل‌روءیت آن می‌باشد. در خوشه سنبله، کــه شامل هفتاد و سه کهکشان مرئی می‌باشد، چیزی درحدود ۳۵۰۰ کهکشان سیاه‌شده موجود است. این واقعیت، به‌کمک ستاره‌شناسی تحلیلی مکشوف گردیده است. زیرا محاسبات نشان می‌دهند کــه جرمی حدود پنجــاه برابر مواد مرئی این کهکشان، بــه‌صورت نامرئی درآمده است.

این مسئله، اگر واقعیت داشته باشد، فوق‌العاده جدی و خطرناک است. وجود کهکشانی کــه شامل معدودی ستارهٔ سیــاه باشد به‌حد کافی خطرناک است، چه رسد به‌کهکشانی کــه خود بطور کامل سیاه شده و تبدیل به‌حفره گردیده است. چنین کهکشانی قــادر به‌بلعیدن تمام خوشه، و سپس تمام جهان خواهد بــود. از آنجا که بــرای اولین‌بار وجود کهکشان‌های سیاه ــ برخلاف ستاره‌های سیــاه ــ ازطریق مشاهده پیشنهاد شــده است، وحشت ایجادشده از آنان به‌مراتب بیش‌از ستاره‌های سیاه می‌باشد. مشاهده حرکات نامنظم کهکشانهای خوشه سنبله دلالت بر مقدار عظیمی جرم گمشده می‌نماید، مشاهده بقیه فضــا نیز کمکی به‌استخلاص از ایــده نگران‌کننده اجسام سیاه نمی‌کند. درواقع مشاهده فضا نشان می‌دهد که ماده طبیعی، یا ماده‌ئی که ما از آن ساخته شده و بر روی آن زندگی می‌کنیم، آنقدر نادر است که باید آنرا غیرطبیعی نامید. اگر تعداد نوترونی‌ها و کوتوله‌های سیاه بسیار بیش ازحد پیش‌بینی‌شده کنونی باشد، می‌توانیم نفسی را که از وحشت در سینه حبس نموده‌ایم خارج کــرده و از این کابوس ناخوشایند خــلاص شویم. اما متاسفانه شواهد نظری و تجربی گوناگون و کارهای جدید درزمینه‌های مختلف ستاره‌شناسی به‌کمک ایــده سیاه‌چاله‌ها می‌آیند. به‌عنوان مثــال: محاسبه جرم‌های سیاه، که با دقت فراوان انجام شده است، نشان می‌دهد که این جرم‌ها حاوی عناصر بسیار سنگین‌تر از آنچه که ما برای نوترونی‌ها در نظر گرفته‌ایم می‌باشد.

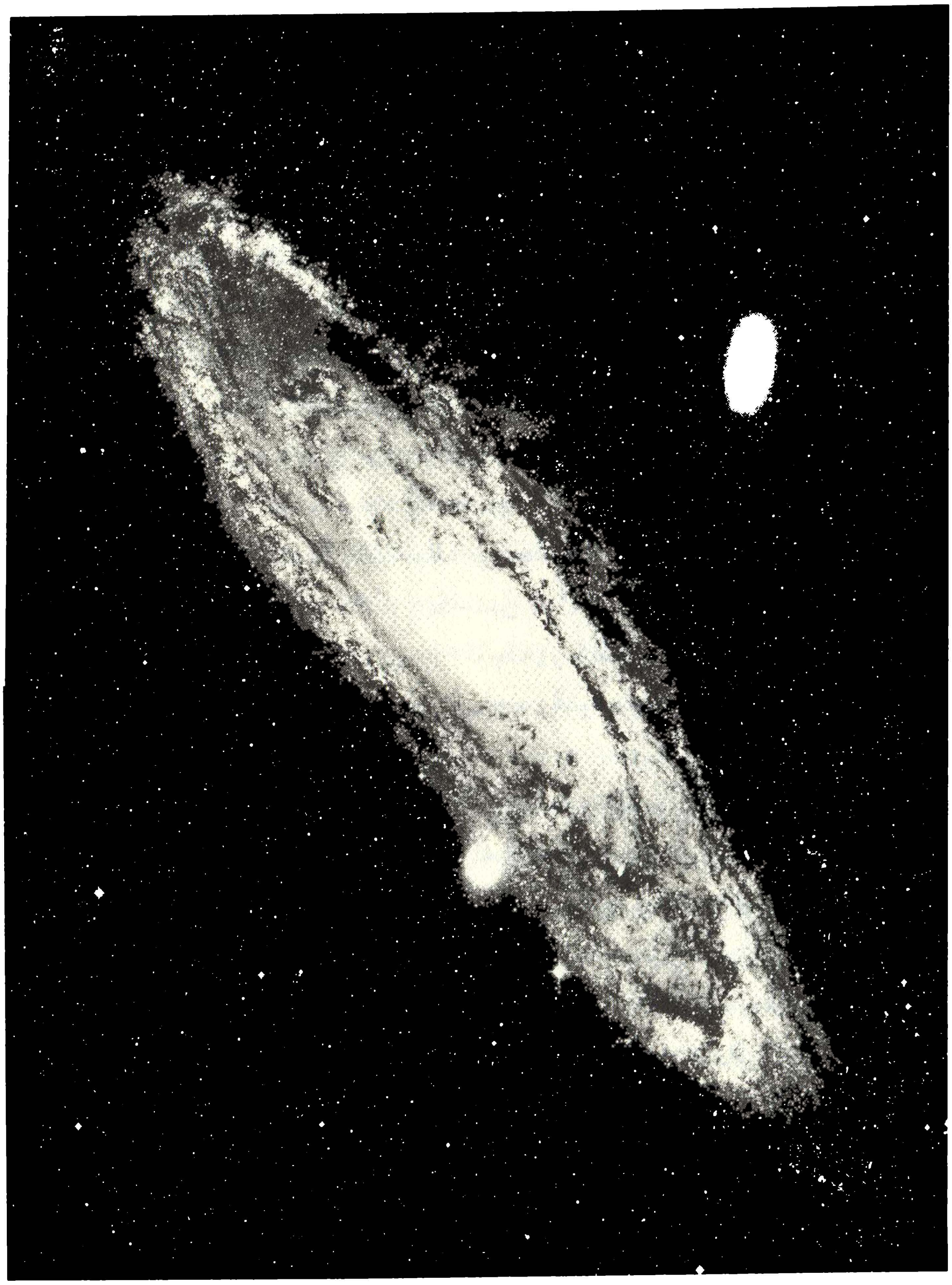
دقت درمورد ستارگان کهکشان راه شیری، به‌ویژه ستارگانی که در حاشیه این کهکشان قــرار گرفته‌اند، مسائل تعجب‌آور دیگری را نمایان می‌سازد. ستارگان راه شیری دارای مقادیر معتنابهی عناصر سنگین‌تر ازآهن می‌باشند.

تنها راه بدست‌آوردن عناصر سنگین توسط ستارگان ، جذب ایـن عناصر از ابرهای فضائی اطـراف خود است . از آنجا کـه عناصر سنگین در زمانهای بسیار قدیم وجود نداشته‌اند ، می‌توان اندیشید که این عناصر در اثر انفجارات سوپرنوای ستارگان سنگیـن در نقطـه انتهائی سوخت هسته‌ای آنـان خلق شده‌اند . طبیعی است کـه با گذشت زمان ، مقدار عناصر سنگین ایجادشده بیشتر می‌گردد . مـدل ایجاد عناصر سنگین به‌ترتیب فوق‌الذکر دارای یک اشکال عمده است ، مقـدار فراوانی از این عناصر سنگین در ستارگان خارج از **عدسی کهکشان**[1] ، وجود دارد و می‌دانیم کـه اینان از ستارگـان داخل عدسی به‌مراتب پیرتر می‌باشند . برای اینکه این مسئله خلاف قاعده را مورد محاسبه قرار دهیم ، لازم می‌شود فرض کنیم که مقدار مناسب و فراوانـی از انفجارات سوپرنوا درحدود ده‌میلیارد سال پیش به‌وقوع پیوسته است . این سوپرنواها می‌توانند به‌ستارگان بسیار سنگین با طول‌عمر بسیار کوتاه مربوط باشند ، ممکن است برخی از این ستارگان آنقدر سنگین بوده که دچار انقباض نهائی گشته و تبدیل به‌سیاه‌چاله شـده باشند .گفتیم که تقدیر نهائی تمام اجسام جهـان ، انقباض و سیاه‌شـدن می‌باشد . امـا ایجاد پیش از موقع سیاه‌چاله‌ها ، در بدو تولد کهکشانها ، کاملا" جالب‌توجه است . به‌این‌ترتیب منطقا" انتظار خواهیم داشت که سیاه‌چاله‌ها ، بیشتر در خارج از دیسک و در هاله کهکشان و در هردوسوی آن قرار داشته باشند .

محاسباتی که برمبنای نظریه فوق انجام پذیرفته است ؛ به‌خوبی نشان می‌دهد که ۹۰٪ کل ستارگان جهان؛قابلیت تبدیل‌شدن به‌سیاه‌چاله را دارا می‌باشند . دیدیم که در بسیاری از بخش‌های فضا درحدود ۹۸٪ اجرام نامرئی هستند ، که این ما را به‌استنتاج منطقی انقباض و سیاه‌شدن راهنمائی می‌کند . این دو عدد حدود ۸٪ بـا یکدیگر اختلاف دارند . اما این اختلاف جزئی نیز کاملا" قابل‌توضیح است . زیرا باید درنظر گرفت که این اختلاف می‌تواند مربوط به‌ماده عـادی نامرئی در داخل کهکشانها ، یـا خوشه‌های کهکشانها باشد . این بخش از ماده غیرقابل‌رؤیت معمولی می‌تواند شامل ذرات غبارهای

---

1. Galactic Disck



کهکشان مارپیچی M31 ، در صورت فلکی امرأة‌المسلسله.

فضائی ، گازها یا ستارگان کوچک معمولی باشد . به‌این‌ترتیب هردو تئوری فوق‌الذکر به‌یک نتیجه ناراحت‌کننده واحد می‌رسند : درحدود ۹۰% از ماده جهان ، به‌صورت ستارگان و کهکشان‌های سیاه هستند .

در کهکشان راه شیری این مقدار کمتر است . مشاهدات و محاسبات نشان می‌دهند که مقدار کل ماده نامرئی این کهکشان درحدود ۱۰% کل جرم می‌باشد . این خوشبختانه عدد ناچیزی است ، ولی هنوز چیزی درحدود بیست میلیارد سیاه‌چاله را نمایش می‌دهد که این امر با فرضیه ایجاد هفت ستاره بزرگ در سال موافقت دارد . جرم هریک از این هفت ستاره ، بیش از جرم بحرانی ــ که برای ایجاد سیاه‌چاله لازم است ــ می‌باشد . این جرم درحدود دوبرابر سنگینی خورشید منظومه شمسی است . اگر فقط $\frac{1}{7}$ از این ستارگان درمدت زیست خود نتوانند به‌حد کافی جرم ازدست بدهند ، محققا" در آخرکار تبدیل به‌سیاه‌چاله خواهند شد. محاسبات دقیق دینامیکی با چنین حقیقتی تطبیق داشته و یک‌چنین جزء کوچکی از ستارگان ، واقعا" به‌سیاه‌چاله بدل می‌شوند . این جزء کوچک در کهکشان ما ، که شاید دارای کمترین تعداد اجسام سیاه‌شده است، چیزی درحدود دوهزارمیلیون سیاه‌چاله ایجاد نموده است .

برای یافتن سیاه‌چاله‌ها تاکنون از روشهای تقریبا" غیرمستقیم سود جسته‌ایم ، آیا می‌توان راهی اندیشید که به‌کمک آن بتوان سیاه‌چاله را هنگام تولد دید ؟ ! نگاه‌کردن به‌سیاه‌چاله با کمک نور مرئی نتیجه چندانی ندارد ، زیرا او بسیار سریعتر از آنکه بتوان وجودش را تشخیص داد چشمکی زده و محو خواهد گشت . بنابراین برای اینکار ناگزیر از بکار گرفتن روش دیگری هستیم ، ما باید از خود بپرسیم که در اثر چنین تغییرات شگرفی که منجر به‌ایجاد سیاه‌چاله می‌شوند چه‌نوع تشعشعاتی تولید می‌گردند . این تشعشعات هرچه باشند ، به‌منزله ردپای قاطع سیاه‌چاله ، می‌توانند ما را به‌مخفی‌گاه این **دیو** هدایت نمایند. در انفجار سوپرنوای ستارگان، مقادیر خارق‌العاده‌ای نور مرئی در فضا منتشر می‌گردد . آیا در انقباض‌ستاره سیاه هیچگونه تشعشع از هیچ نوع خاص در فضا منتشر نمی‌گردد ؟

برای رسیدن به‌پاسخ این سئوال ، بیائید وضعیت زمین را درحالتی در

نظر بگیریم که خورشید ما دفعتا" و بدون هیچ مقدمه محو گردد. صرفنظر از سرد شدن زمین و سایر وقایع زیستی، ما متوجه خواهیم شد که زمین از مدار بیضی خود دست برداشته و پس از حذف ثقل خورشیدی، روی خط مستقیم از مکان اصلی خود دور خواهد گشت. نکته مهم اینجاست که این عمل درست در لحظه وقوع حذف خورشید انجام نگردیده و زمین پس از طی یک زمان معین از حذف خورشید مطلع می‌گردد، که این زمان به **تاخیر زمانی**[1] معروف است. درواقع حرکت زمین روی خط مستقیم، از زمانی آغاز می‌گردد که نور خورشید از نظرگاه ما ناپدید گردد. و این امر، مدت‌زمانی حدود هشت دقیقه به‌طول خواهد انجامید. به‌بیان دیگر، تا هشت دقیقه پس از حذف خورشید، ما ساکنان زمین روی مدار بیضی خواهیم چرخید. این طول زمانی است که برای رسیدن امواج تعدیل‌کننده کشش جاذبه‌ای به‌ما، لازم است. ما می‌توانیم این پخش امواج تعدیل‌کننده جاذبه را به‌صورت یک موج تشعشعی درنظر گرفته و آن را با نام تشعشعات جاذبه‌ای بخوانیم.

امواج جاذبه‌ای، دارای سرعت انتشاری درحدود سرعت انتشار امواج الکترومغناطیس می‌باشند. آن بخش از امواج الکترومغناطیسی که به‌نام تشعشعات نورانی معروفند قابل‌روءیت می‌باشند، زیرا گیرنده‌های بینائی حیوانات درمقابل‌آنان حساسیت دارند. اصولا" بخش وسیعی از طیف الکترومغناطیس برای حیوانات قابل‌درک نیست، اما بعضی از حیوانات قادر به‌گرفتن امواج نامرئی خاصی ـ مثل امواج زلزله یا تخلیه الکتریکی ابرها و ایجاد باران ـ می‌باشند. بعضی حیوانات قادر به‌دیدن! حرارت (مادون قرمز) و همچنین دیدن ماوراءبنفش نیز می‌باشند. متاسفانه هیچ‌یک از حیوانات، گیرنده مناسبی برای دریافت تشعشعات امواج جاذبه‌ای ندارند ولذا هیچ‌یک از موجودات زنده، قادر به‌درک این تشعشعات نیستند. چرا باید چنین باشد؟ آیا تکامل طبیعی و تدریجی زیست دراین‌مورد به‌موجودات زنده خیانت کرده است؟ نه، دلیل عدم برخورداری موجودات زنده، از یک ارگان مناسب و حساس برای دریافت امواج جاذبه‌ای این است که، در

1.Time Lag

اطراف زمین مقدار بسیار کمی از این تشعشعات وجود دارد و از آن مهمتر این‌که ، تغییرات امواج جاذبه‌ای روی زمین بسیار به‌آهستگی و با مقادیر اندک انجام می‌پذیرد . درمورد ارگانهای گیرنده موجودات زنده یک نکته مشترک وجود دارد ، تمامی آنان به‌تغییرات کمیات فیزیکی جهان اطراف خود حساسیت نشان داده‌اند ، درحالیکه به‌خود این کمیات ، حساسیت چندانی نشان نمی‌دهند . مثلا " ، بطورمعمول ما وجود هوا را احساس نمی‌کنیم ؛ اما وجود باد یا تغییرات هوا به‌سادگی قابل‌حس است . احساس تعادل ، که یک حس جدیدالاکتشاف در بشر بوده و وجوه مشترک بسیاری با حس لامسه دارد ، می‌تواند درکی مناسب از سنگینی و سبکی به‌بشر بدهد . این حس به‌خوبی قادر به‌شناسائی تغییرات عظیم تشعشعات جاذبه‌یی خواهد بود ، اما به‌هر حال مسلم است که این تغییرات به‌مقدار بسیار کوچکی به‌سطح زمین می‌رسد و این مقدار کوچکتر ازحد توانائی ادراک احساس تعادل ما است .

ما دقیقا " انتظار یک‌چنین چیزی را داریم . جاذبه نیروی کوچکی است که جز درمورد اجرام بسیار بزرگ و دارای ابعاد نجومی ، قابل شناسائی نیست . البته ، جاذبه اجرام بزرگ به‌حدی است که تبدیل به‌نیروی قابل توجه‌ای خواهد شد . قانون جاذبه اینشتین به‌ما می‌گوید که فضا درمورد اجرام رقیق مانند گاز هیدروژن ، که قسمت اساسی و اصلی جهان را تشکیل می‌دهد ، مانند یک صفحه ضخیم که به‌سختی خم می‌شود عمل می‌کند . و به‌این جهت ، جاذبه نیروی ضعیفی خواهد بود . فقط در حالاتی که گاز هیدروژن به‌مقادیر زیاد و نجومی گرد هم جمع شده باشد ، مثلا " در ستارگان یا درمورد جرمی با چگالی بسیار سنگین‌تر مانند آنچه در سیاه‌چاله یافت می‌شود ، خم شدن فضای دربرگیرنده این جرم به‌مقدار قابل‌ملاحظه‌ای خواهد رسید که ما می‌توانیم از راه دور آنرا دریابیم .

برای مشاهده تشعشعات جاذبه‌یی نیازمند به‌دستگاه پژوهشگر بسیار بزرگی می‌باشیم ، مثلا " به‌بزرگی همه کره زمین . یا دستگاه پژوهشگری که اختصاصا " برای این منظور ساخته شده و فوق‌العاده حساس باشد . از سوی دیگر ، باید فقط به‌دنبال امواج جاذبه‌یی ناشی از تحولات اجرام فوق‌العاده بزرگ و سنگین باشیم . این درست حساسترین قسمت مسئله ما است . انقباض

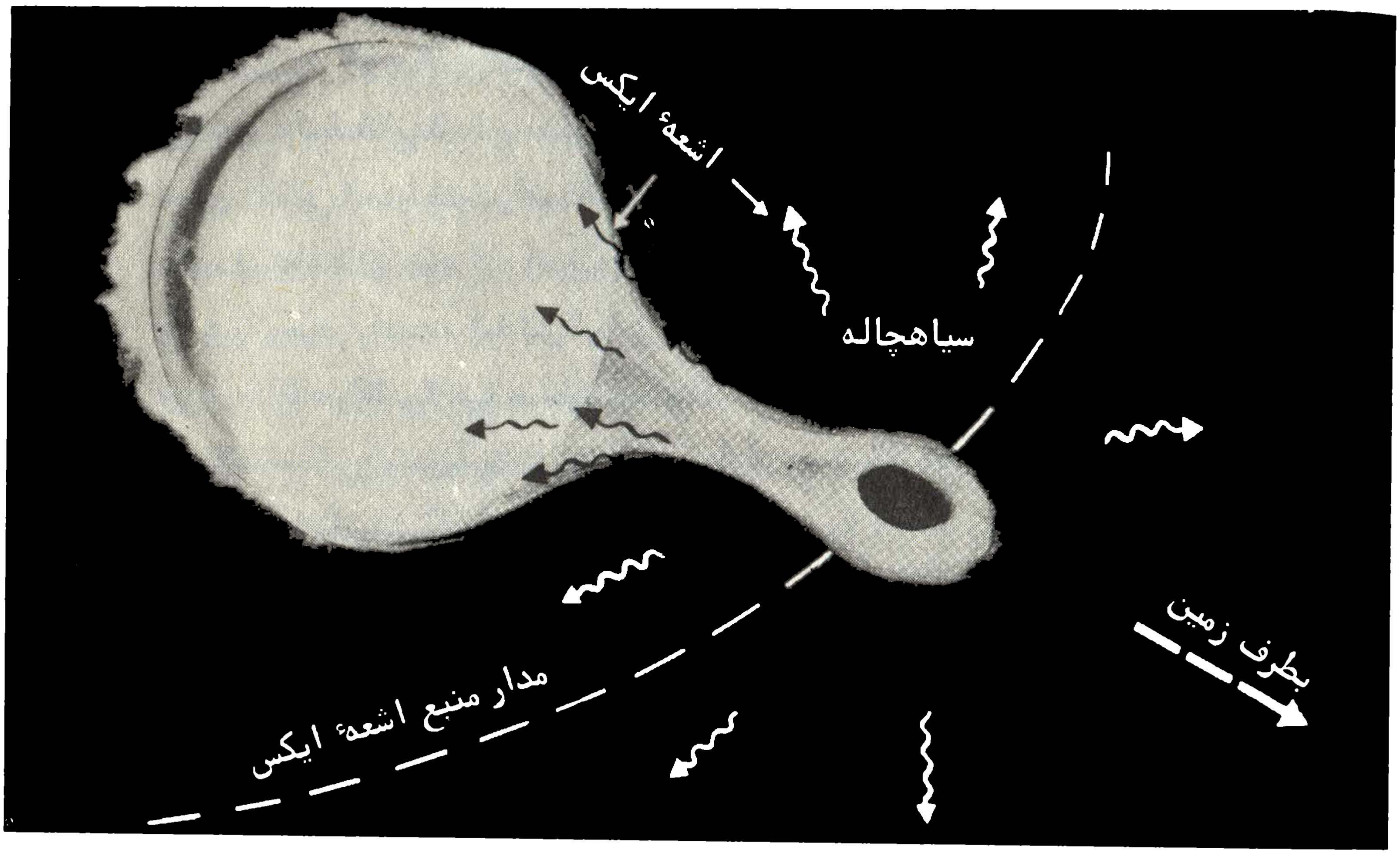
ستاره سنگین و ایجاد سیاه‌چاله ، دقیقا " از نوع همان تحولات بسیاربزرگی است که کمیات قابل‌پژوهش از تشعشعات جاذبه‌ئی تولید می‌کند . ما نه‌تنها از وجود مقادیر قابل‌مشاهده‌ای از این تشعشعات رسیده از فضا ، در روی کره زمین ، مطمئن نیستیم و نه‌تنها نمی‌دانیم که اصولا " در فضا چنین تشعشعاتی وجود دارد ، بلکه حتی نمی‌دانیم درصورت وجود داشتن چنین امواجی ، این امواج در کجا قرار دارد و در کدام جهت باید به‌دنبال آن بگردیم . تنها کاری که می‌توانیم انجام دهیم ، ساختن یک دستگاه حساس و بزرگ آزمایش و برپاداشتن آن می‌باشد . این دستگاه تا آنجا که ممکن است باید نسبت به‌امواج جاذبه‌ئی حساس باشد، اما حساسیت زیادی به‌جهت بخصوصی نداشته باشد . پس از برپاداشتن دستگاه باید آنرا روشن نموده و با دلی پرامید به‌انتظار نشست .

این دقیقا " همان کاری است که **جوزف وبر**[1] در سال ۱۹۶۹ م ., در دانشگاه مریلند انجام داد . نتیجه این آزمایشات ، کاملا " موحش، تکان‌دهنده و شگفت‌انگیز بود . وبر ، از سیلندرهای آلومینیوم که توسط سیم‌هائی در خلاء معلق بود استفاده کرده بود . طول هر سیلندر درحدود یک و نیم متر بوده و هرکدام درحدود یک‌متر قطر داشتند . سیلندرها در اثر هر موج ورودی به‌حرکت و ارتعاش درمی‌آمدند ، این لرزشها در سطح سیلندرها و درامتداد طولی آنها ضبط می‌شد . این عمل توسط کریستالهای کوارتز که روی بدنه سیلندرها قرار گرفته بود؛ انجام می‌گردید . حاصل کار ، ارتعاشات ثبت‌شده بود که موردبررسی قرار می‌گرفت . حساسیت این دستگاه به‌قدری زیاد بود که می‌شد جابه‌جاشدن آنرا تا یک‌هزارم قطر هسته اتم اندازه گرفت . به‌علت وجود حساسیت فوق‌العاده زیاد ، دستگاه آزمایش تمامی امواج مزاحم و غیر جالب‌توجه اطراف را ــ مانند رژه رفتن دانشجویان در اطراف دانشگاه ــ ضبط می‌نمود . برای احتراز از این امواج مزاحم ، که از کشف امواج حقیقی جلوگیری می‌نمودند ، دستگاه پژوهشگر دیگری در نزدیکی شیکاگو با فاصله هزار کیلومتر بـا دستگاه اول نصب گردید . در این پژوهش فقط ارتعاشاتی

1.Joseph Weber

که در یک زمان به‌هردو دستگاه رسیده و ثبت می‌شد ، به‌منزله تشعشعات جاذبه‌ئی از منابع آسمانی درنظر گرفته شد . وبر ، در سال ۱۹۶۹ م . اطلاع داد که او ارتعاشات بسیاری را درعرض چندین ماه مشاهده و ثبت کرده است . درواقع ، نتیجه کار او مشاهده چندصد نوسان منظم بود که به هیچ‌وجه نمی‌شد آنان را به‌صورت تغییرات دلخواه و از روی تصادف تعبیر نمود .

بررسی دقیق نتیجه آزمایشات نشان داد که زمان ایجاد علائم جاذبه‌ای هنگامی بود که پژوهشگر روبروی مرکز کهکشان راه شیری قرار داشت ، یعنی دستگاه پژوهشگر درمقابل تشعشعات رسیده از مرکز کهکشان حساسیت فوق‌العاده بیشتری نشان داده بود . دوره تغییرشدت علائم ثبت‌شده درحدود دوازده ساعت بود ، این دوره خاص تناوب نشان می‌داد که تشعشعات جاذبه‌ئی با مختصرتغییری از داخل زمین عبور نموده ، و نه‌تنها زمانی که پژوهشگر رو به‌مرکز کهکشان قرار دارد ، بلکه حتی هنگامیکه پشت به‌مرکز کهکشان داشت — یعنی در آنسوی کره زمین بوده اما درجهت مرکز کهکشان قرار داشته — نیز آنها را ضبط می‌نموده. این آزمایش، باعث اکتشاف تغییرات شگرف جاذبه‌ئی مرکز راه شیری گردید . هیجان‌انگیزترین خاصیت این تشعشعات ، ضربه‌های کوتاهی بودند که در هر چهار روز یکبار رخ داده و ضبط می‌شدند . طول این ضربه‌ها کوتاهتر از نیم ثانیه بوده و فرکانس ثبت آنان ، ۱۶۰۰ سیکل در ثانیه بود . با داشتن فاصله مکانی سرمنشاء این تشعشع ، امکان محاسبه انرژی منبع وجود دارد . درحقیقت رسیدن چنین فورانی از مرکز کهکشان با یک‌چنین فرکانسی، به‌وجود مقادیر فراوان و قابل‌توجه انرژی دلالت می‌نماید . اگر واقعا " منبع تولید این انرژی در مرکز کهکشان قرار دارد ، بنابراین در عرض هرسال چیزی درحدود دویست برابر جرم خورشید ، انرژی به‌صورت تشعشعات جاذبه‌ئی از مرکز کهکشان ساطع می‌گردد. این مقدار انرژی فوق‌العاده زیاد بوده و مسئله‌برانگیز است . این انرژی از کجا می‌آید ؟ محققا " نمی‌توان آنرا به‌انفجار سوپرنوا و انقباض نهائی ستاره باقی‌مانده از آن مربوط دانست ، زیرا در کهکشان راه شیری در هر یکصدسال یک ستاره دچار انفجار سوپرنوا می‌گردد . اما آزمایش وبر ، در هر چهار روز یک‌ضربه را ثبت نموده است . این معما بقدری دانشمندان را آشفته نمود که برخی از آنان آماده دور



سیستم ستاره دوتائی، شامل یک ستاره مرئی و یک سیاهچاله.
خورده شدن تدریجی ستاره مرئی توسط سیاهچاله، و تشعشع اشعه ایکس،
در این تصویر مشاهده می‌شود. (تصویر از NASA).

انداختن تئوری هندسی جاذبه شدند، زیرا قسمت اعظم تفسیرات این پدیده برمبنای قوانین تئوری فوق‌الذکر قرار دارد. از آنجا که هنوز این آزمایش توسط دانشمندان دیگر تکرار نشده است، باید درمورد نتایج حاصل از آن با کمی احتیاط و مراقبت سخن گفت. تا همین اواخر امیدهای بسیاری برای استفاده از خود کره زمین، به‌عنوان یک دستگاه پژوهشگر فوق‌العاده دقیق، وجود داشت. اما پس از بررسی مقدار بیش از اندازه امواج زلزله‌ای مزاحم، که در قلب زمین موجود هستند، این امیدها برباد رفتند. به‌تازگی دستگاه حساس این آزمایش را روی کره ماه نصب نموده‌اند، تا ارتعاشات سطح ماه را با روش متشابه اندازه‌گیری کنند.

تنها پیشنهاد علمی که قادر به‌تشریح کامل آزمایش وبر می‌باشد، لرزه بر اندام خواننده می‌اندازد. آن‌گونه که اخیراً" توسط منجمین برجسته عنوان شده است، تشعشعات وبر از ستارگان مرکز کهکشان می‌رسد. علت وجود این تشعشع، سقوط سریع آنان به‌داخل یک سیاه‌چاله چرخشی بسیار بزرگ است. آیا به‌واقع در مرکز کهکشان راه شیری یک سیاه‌چاله چرخشی سریع، به‌نابودی تمامی این کهکشان کمر بسته است؟ محاسبان نشان می‌دهد که جرم این موجود وحشت‌انگیز، درحدود صدمیلیون بار بزرگتر از خورشید ما می‌باشد. او، به‌طرز وحشیانه‌ای به‌بلعیدن ستارگان اطراف خود مشغول است و در هرسال، بین یک تا سی جرم خورشیدی را می‌بلعد. ما، به‌خاطر مکان ایمن خود در لبه بیرونی دیسک کهکشان ــ به‌خاطر دور ماندن از خطر فوق ــ و به‌خاطر رسیدن اطلاعات، بسیار خوشبخت هستیم. اگر مکان ما اندکی جابجا شده بود، به‌سهولت قادر به‌تشخیص این تشعشعات نبوده و عملاً" این امواج غیرقابل‌مشاهده می‌شدند. در این‌صورت اطلاع ما از مرکز کهکشان بسیار تقلیل پیدا می‌کرد، یا حداقل کشف این مسئله به‌زمانهای دراز آینده موکول می‌گشت.

مقدار انرژی منتشرشده در صفحه کهکشان، با مقادیر منتشرشده در سایر جهات تفاوت بسیار دارد. اگر این انرژی در تمامی جهات با روند متساوی منتشر می‌گردید آزمایش وبر به‌نتیجه شگفت‌آوری می‌رسید، که هیچ نشانه‌یی از آن در دست نیست. به‌این‌ترتیب که جرم سیاه گمشده وبر، معادل هزار

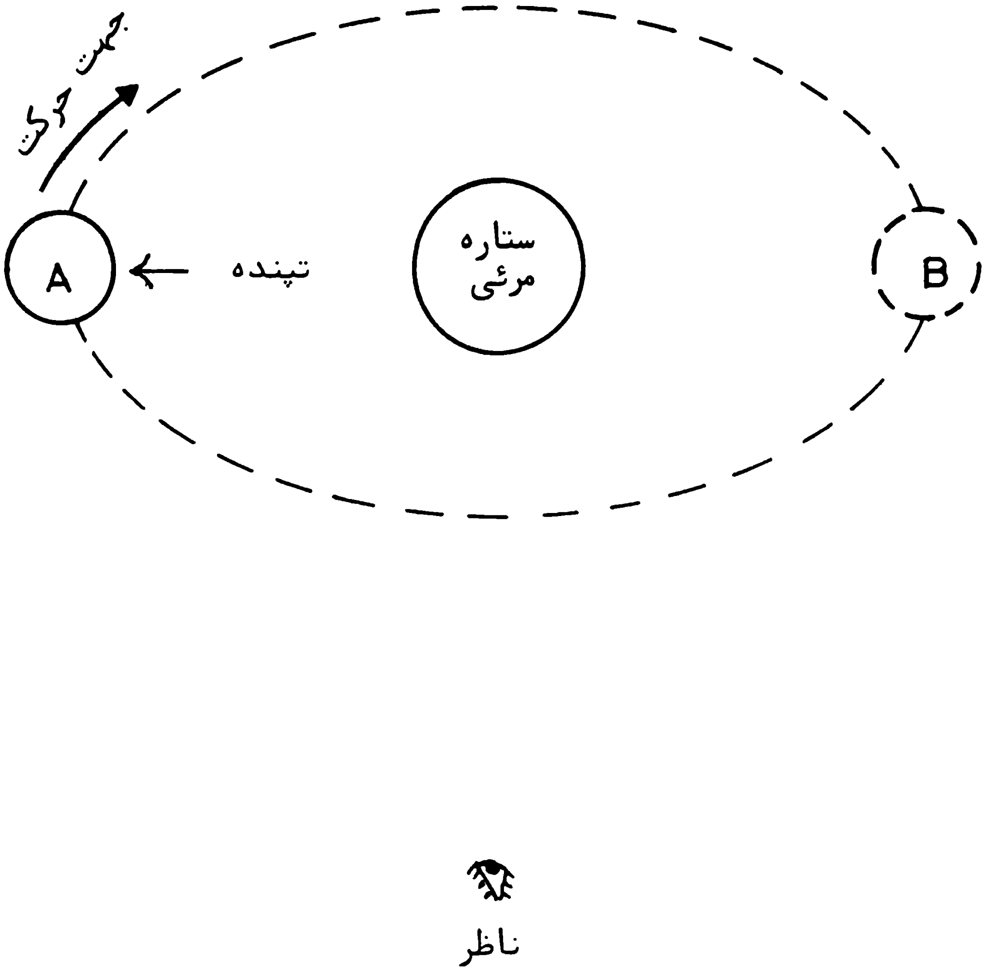
خورشید در سال می‌گردید. یعنی پس از یک‌میلیارد سال، یا عشر عمر کهکشان راه شیری، باعث اغتشاشاتی می‌گردید که قاعدتا" می‌بایست ما اینک قادر به‌دیدن آن می‌شدیم. ولی تاکنون هیچ حرکتی که دال بر چنین نشانه‌ای باشد، مشاهده نگردیده است. نتایج آزمایش وبر، قویا" وجود یک سیاه‌چاله مافوق سنگین چرخشی سریع را در مرکز کهکشان پیشنهاد می‌کند. فقط یک‌چنین سیاه‌چاله‌ای می‌تواند باعث تشعشع چنین امواجی گردد. به‌نظر می‌رسد که ما در دنیای حقیقتا" خطرناکی قرار داریم، زیرا در مرکز کهکشان ما یک‌چنین تله‌ای وجود دارد. وجود این تله، حتی اگر از ما بسیار دور باشد، فی‌نفسه خطرناک می‌باشد. و اگر بخواهیم از این مهلکه در امان باشیم، باید سریعتر از آنچه که به‌تصور درآید با تکنولوژی سیاه‌چاله آشنا گردیم.

مرکز کهکشان ما شلوغ و پرغوغاست، در این‌مورد دانشمندان تاکنون موفق به‌گردآوری مدارک علمی مسلمی گردیده‌اند. به‌عنوان مثال: در فاصله ۹ سال نوری از مرکز کهکشان، یک ساختمان بازوشکل عظیم وجود دارد که اکثر اعضای تشکیل‌دهنده آن اتمهای هیدروژن هستند. این ساختمان، با سرعت ۴۵ کیلومتر در ثانیه به‌سوی ما در حرکت می‌باشد. این سرعت فرار، برای چنین ساختمانی و از مرکز چنین کهکشانی، بر عمق فاجعه مرکزی دلالت می‌نماید. توده مذکور روی طوح موج ۲۱ سانتیمتر برای ما امواج رادیوئی و پارازیت‌های مختلف می‌فرستد، که برای نخستین‌بار همین امواج رادیویی سبب کشف آن شد. اخیرا" توسط بسیاری از منجمین اظهار شده است که، مرکز کهکشان راه شیری مملو از وقایع و اتفاقات گوناگون نجومی است. طول موج ۲۱ سانتیمتر و سایر مدارک رادیویی بدست‌آمده، محققا" از این نظریه قویا" پشتیبانی می‌کنند. به‌نظر می‌رسد که مرکز کهکشان راه شیری، بندرگاه کناره‌گیری سیاه‌چاله‌ها بوده و توقفگاه تمامی آنان در مرکز است.

صرفنظر از آدمخوار بزرگ، که به‌مثابه تقدیر نهائی در قلب خانه ما نشسته و منتظر ماست، ما باید مراقب آدمخواران کوچکتر و نزدیکتر نیز باشیم. یکی از روشهای یافتن مدارک محکم درمورد سیاه‌چاله‌های نزدیکتر، بررسی سیستم‌های دو یا چندستاره‌ای می‌باشد. درپی پژوهش‌های ممتد،

ستاره‌شناسان به‌این نتیجه رسیده‌اند که درحدود یک‌دهم ستارگان به‌صورت زوج می‌باشند و زوج ستاره‌ها معمولا " حول یک نقطه مرکزی دوران می‌نمایند . نقطه مرکزی دوران می‌تواند در وسط قرار گرفته یا به‌یکی از دو ستاره نزدیکتر باشد ، حتی می‌تواند منطبق بر یکی از آن‌دو بوده و یکی به‌دور دیگری بچرخد . معمولا " این زوجها قابل‌روءیت بوده و منظره بدیعی را در آسمان به‌وجود می‌آورند ، اما در بعضی حالات فقط یکی از آنان مستقیما " قابل مشاهده است و دیگری بنا به‌دلایل گوناگون غیرقابل‌روءیت می‌باشد . ممکن است زوج نامرئی ، ستاره‌ای معمولی اما بسیار کوچک و غیرقابل‌مشاهده باشد . همچنین ممکن است زوج نامرئی، یک کوتوله بوده ویا از نوع ستارگان نوترونی باشد . درهرحال می‌توان به‌کمک محاسبه ، جرم زوج نامرئی را تخمین زد . در برخی حالات ، اعداد بدست‌آمده بیش از آن است که برای ستارگان کوتوله یا نوترونی انتظار داریم . در این حالت اگر زوج نامرئی سیاه‌چاله باشد ، انتظار می‌رود در بدو تشکیل مقدار قابل‌توجهی از جرم خود را به بیرون پرتاب نموده باشد . جرم پرتاب‌شده به‌بیرون ، می‌تواند به‌صورت حلقه‌یی از غبارهای فضائی در سیستم باقی مانده و بعدها سبب شناسائی خود سیستم گردد . کوچک شدن سیاه‌چاله باعث خواهد شد که حرکت دو ستاره به‌دور یکدیگر ، بطور قابل‌ملاحظه‌ای پریشان شده و حرکات خارج از مرکز غیرمستدیر ایجاد گردد . اخیرا " شواهد چندی از این امر به‌دست آمده و سیستمهای دوتائی ستارگان که یک عضو نامرئی داشته و به‌صورت خارج از مرکز حرکت می‌کنند ، کشف شده است .

گاهی از اوقات ادامه‌ی تحقیقات در این زمینه ، منجر به‌کشف ستاره سومی در سیستم می‌گردد . گاهی نیز زوج نامرئی یک تپنده بوده ، که نظم ضربانش برای چندمین‌بار گفتار نظری اینشتین را درمورد **حد** بودن سرعت نور به‌اثبات می‌رساند . در یک سیستم دوتایی با یک تپنده ، اگر قرار باشد که سرعت حرکت تپنده با سرعت نور جمع یا از آن کم شود ، درآنصورت زمانیکه تپنده در A می‌باشد ، سرعت تپش آن به‌اندازه سرعت دورانی خود تپنده کمتر از نور و زمانی که در B می‌باشد ، به‌همین مقدار بیش از سرعت نور بوده و درنتیجه ما باید یک ضربان نامنظم دریافت می‌داشتیم . رادیو



شکل ۳ : زوج ستاره .

تلسکوپها تاکنون چنین چیزی را ارائه نداده بلکه یک ضربان منظم در تمامی حالات ثبت می‌نمایند ، که این خود نمایشگر این نکته مهم است که سرعت نور مستقل از سرعت منبع بوده و سرعت **حد** است . اینشتین یکبار دیگر پیروز می‌شود .

جالب‌ترین موردی که اخیرا " کشف شده است، مورد خاص **زیگما اوریگی**[۱] می‌باشد . این سیستم جالب‌توجه ، دارای یک ستاره مرئی و یک ستاره نامرئی

---

1. Σ -Aurigae

می‌باشد . ستاره مرئی به‌صورت تناوبی یا دوره‌ئی ، توسط همراه نامرئی‌اش کسوف می‌شود . همراه سیاه ، بیش از بیست‌برابر خورشید وزن داشته و از زوج خود کمی سبکتر است . نکته جالب اینجاست که ، ستاره سیاه دارای حلقه‌ئی از غبار به‌دور خود می‌باشد . این غبار داغ به‌تدریج به‌روی ستاره سیاه می‌ریزد و درنتیجه این امر ، از خود امواج مادون قرمز ساطع می‌کند . تمامی این سیستم به‌خوبی از طرق مختلف نوری ، رادیوئی و محاسباتی مورد مشاهده قرار گرفته و نتایج بدست‌آمده از سیستم به‌خوبی تشریح گردیده است . ستاره سیاه در گردش خود به‌دور ستاره روشن ، حلقه غبار خود را به همراه می‌برد . اگرچه غبارها متعلق به‌سیستم می‌باشند ، اما دراین‌مورد فقط از عضو سیاه خود حرف‌شنوی دارند . همانگونه که بسیاری از ستاره‌شناسان پیشنهاد نموده‌اند ، این یک کاندیدای مناسب برای سیاه‌چاله است . آیا ما واقعا" یک سیاه‌چاله ، در فضای نزدیک به‌خود ، کشف کرده‌ایم ؟

اخیرا" در فضا کاندیدای بهتری برای سیاه‌چاله احتمالی کشف شده است ، این‌یکی با فاصله بسیار نگران‌کننده‌ای به‌ما نزدیک است . این ستاره **سیگناس ۱ــ** X[1] است ، که فقط شش‌هزار سال **نوری** با ما فاصله دارد . دربین تشعشعات الکترومغناطیس ، یکی از پرانرژی‌ترین آنان اشعه X می‌باشد . مقدار پرتاب این ستاره آنقدر زیاد است که در بالای اتمسفر زمین ، مقدار زیادی از آن دریافت می‌گردد . اتمسفر زمین مقدار اعظم آنرا جذب نموده و اجازه ورود به‌سطح دریا را به‌آن نمی‌دهد . درحال‌حاضر با قراردادن دستگاههای پژوهشگر بر روی اقمار مصنوعی ؛ به‌بررسی تشعشعات این ستاره مشغولیم . نتیجه‌ئی که از قمر مصنوعی **یوهورو**[2] بدست آمده ، نشان می‌دهد که تشعشعات X صادره از این ستاره؛دارای خاصیت بسیار مشخصی می‌باشد . دوره اشعه X این ستاره ، فقط درعرض چندروز $\frac{1}{10}$ ثانیه تا ۱۰ ثانیه تغییر می‌کند . به‌تازگی مکشوف گردیده که سیگناس X-1 یک سیستم دوستاره‌ای است؛ و باید اضافه‌کرد که عضو مرئی این سیستم ، یک‌ستاره غول‌آسای آبی می‌باشد . مشاهده دقیق سرعت این ستاره ، نشان می‌دهد که این سرعتها با تناوب

---

1. Cygnus X-1   2. Uhuru

سینوسی متغیر می‌باشند . دوره تناوب این سینوس پنج روز و نیم می‌باشد . ستاره مرئی این سیستم ، یک ستاره معمولی آبی بوده و درحدود پانزده برابر خورشید وزن دارد . درحالیکه سنگینی ستاره نامرئی این سیستم ، چیزی در حدود سه‌ونیم برابر وزن خورشید می‌باشد. نور آبی این سیستم، توسط اتمهای داغ هلیوم ساطع می‌گردند. با استفاده از تغییرات نور آبی، می‌توان اطلاعات بیشتری درمورد ستاره نامرئی سیستم بدست آورد . ظاهرا " اینطور به‌نظر می‌رسد که ستاره نامرئی تکه‌های بزرگی از اتمسفر خارجی ستاره مرئی سیستم را از آن جدا نموده و می‌بلعد ، و این امر باعث تغییر در نور آبی ستاره مرئی می‌گردد . درواقع ، تغییر نور آبی عضو مرئی سیستم، چیزی است که اخیرا " مورد مشاهده قرار گرفته و دلیل مثبتی برای گفتار فوق است . این دو ستاره در گردش غیرمستدیر خود ، به‌یکدیگر دور و نزدیک می‌گردند . درجه حرارت بالای گاز هلیوم در ستاره مرئی ، باعث تشعشع نور آن می‌شود . زمانیکه این دو ستاره به‌یکدیگر نزدیک می‌شوند ، درجه حرارت ستاره مرئی بالا رفته و همین امر باعث درخشش بیشتر ستاره می‌شود. برای تشریح یک‌چنین پدیده‌ای، همراه نامرئی باید چیزی حدود ده‌برابر خورشید وزن داشته باشد ، ویا باید از یک فشردگی فوق‌العاده بالائی برخوردار بوده تا بتواند چنین تغییرات شگرفی در ستاره مرئی ایجاد نماید .

مسئله قطعی و مهم ، تغییرات سریع اشعه X ساطع شده توسط سیگناس X-۱ است . سیستم ایجادکننده این تغییرات، نمی‌تواند بیش از $\frac{۱}{۱۰}$ ثانیه نوری یا درحدود سی‌هزار کیلومتر قطر داشته باشد ؛ که این خود درحدود اندازه یک کوتوله سفید می‌باشد . تاکنون هیچ مکانیزم تشریح‌کننده تشعشع اشعه X از کوتوله‌ها ، کشف نگردیده است . تنها شیئی که قادر به‌فرستادن چنین امواجی با چنین انرژی بوده و درعین‌حال به‌آن سنگینی و فشردگی که مشاهدات و محاسبات نشان می‌دهند می‌باشد ، یک **ستاره انقباضی**[1] است . به‌عبارت‌دیگر ، همراه نامرئی ستاره غول‌آسای آبی در سیستم سیگناس X-۱ ، یک سیاه‌چاله است . فیزیکدانان و منجمین به‌تکمیل این مدارک

---

1. Collapsar

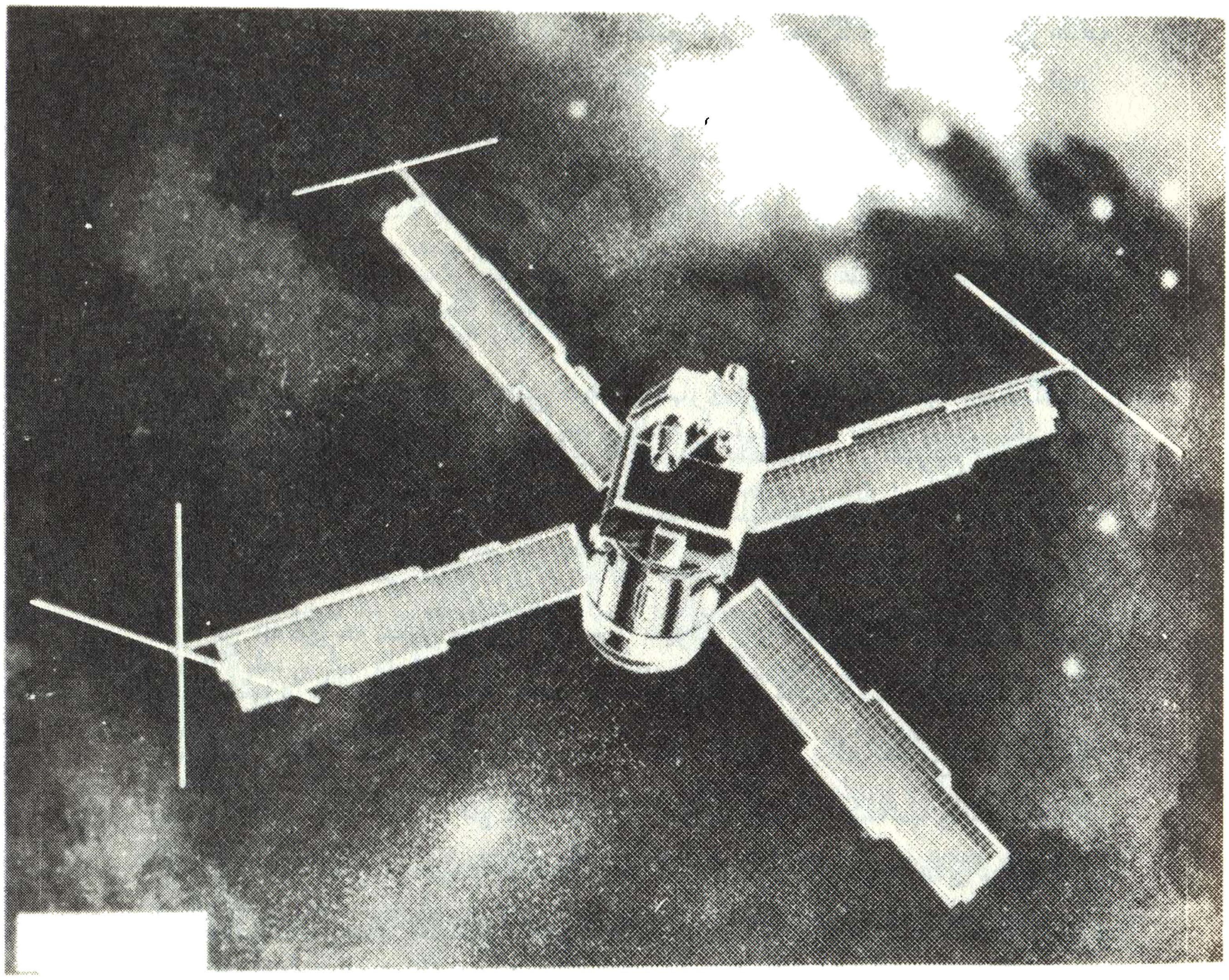
و شواهد مشغولند ؛ متأسفانه، درحال‌حاضر مراحل مختلف زیست ستارگان آبی به‌خوبی مشخص نمی‌باشد . اما درهرحال ، سیستم سیگناس ۱ ـ X بسیار هیجان‌انگیز است .

اخیرا" اکتشافات رادیویی جدیدی درمورد ستارگان اشعه X منتشر شده است . یکی از مهمترین آنان **اسکورپیو ۱ ـ X**[1] است ، که می‌تواند شامل یک سیاه‌چاله باشد . هنوز برای آشکارشدن رازهای این مسئله ، تجسسات دقیق‌تر و بیشتری موردلزوم می‌باشد . آخرین مدارک بدست‌آمده درمورد سیاه‌چاله‌ها ، به‌ارتباط احتمالی آنان با عظیمترین و شدیدترین منابع تولید انرژی جهان ، دلالت میکند . این منابع عظیم انرژی ، موجودات غیرقابل‌مشاهده‌ای هستند که به‌آنان **شبه‌ستاره**[2] می‌گوئیم . آنان سرچشمه‌های امواج رادیویی پرانرژی کهکشانها هستند، که به‌نظر می‌رسد دارای هیچ‌گونه ساختمان داخلی نمی‌باشند . شبه‌ستاره‌ها ، حتی زمانیکه با بزرگترین تلسکوپ‌های دنیا مورد مشاهده قرار می‌گیرند ، چیزی از خود بروز نمی‌دهند . مشاهده تغییرات امواج آنان به‌درهم‌فشردگی خارق‌العاده آنان دلالت می‌نماید . امواج آنان بطور قابل‌ملاحظه‌ای در دوره‌ی یکساله تغییر فاحش می‌نمایند . ازنظر ابعاد شبه‌ستاره‌ها چیزی درحدود چند سال نوری وسعت دارند . یک‌چنین منبع انرژی عظیمی که نمی‌تواند کوچکتر از یک کهکشان معمولی باشد ، با چنین ابعاد کوچکی ، به‌وجود یک انقباض شدید دلالت می‌نماید .

با استفاده از **اثر داپلر**[3] درمورد حرکات اجرام دور ، می‌توان به‌کیفیات و سرعت آنان پی برد . هرگاه جرمی به‌سوی ما حرکت کرده و در مسیر حرکت خود علائمی منتشر نماید ، این علائم درهم‌فشرده می‌گردد . و اگر جسم متحرک از ما دور شود ، علائم آن از یکدیگر باز می‌شوند . به‌عنوان مثال : صدای موتور اتومبیل یا آژیر آمبولانسی که درحال نزدیک‌شدن به‌ما است با فرکانس بیشتر و درنتیجه زیرتر از همین صداست ، نسبت به‌هنگامیکه از ما دور می‌شود . این اثر بنام مکتشف آن ، **کریستین داپلر**[4]، نامگذاری شده

---

1. Scorpio X-1
2. Quasar
3. Doppler Effect
4. Christian Doppler



قمر مصنوعی اوهورو UHURU (به‌زبان سهیلی، بـه‌معنی "آزادی")، اولین ماهواره‌ای است که برای نجوم اشعه ایکس طراحی شده است. این ماهواره، موفق به‌کشف منبع اشعه‌ایکس‌درسیگناس‌ایکس‌یک (CYGNUS X-1) گردید. (تصویر از NASA).

است . درمورد منابع نورانی متحرک ، تجزیه طیف امواج منتشرشده آنان یک جابجائی را نشان خواهد داد . اگر منبع دورشونده باشد ، جابجایی طیف به‌سوی قرمز و درغیراینصورت به‌سوی آبی خواهد بود .

با استفاده از اثر داپلر ، دیده شده است که شبه‌ستاره‌ها دورترین اشیاء آسمانها هستند که با روند دائم‌التزایدی از ما دور می‌شوند . از آنجا که شبه‌ستاره‌ها بسیار بسیار دور از ما می‌باشند ، می‌توان نتیجه گرفت که انرژی آنان بطرزی خارق‌العاده زیاد است . این انرژی عظیم و اندازه کوچک شبه ستاره‌ها، تا مدتها معمای اصلی ذهن بسیاری از دانشمندان بود. اندیشیدن به‌سیاه‌چاله ، در اینجا نیز برای کمک به‌دانشمندان در تشریح این پدیده عجیب قدم به‌میدان می‌گذارد . از آنجا که سیاه‌چاله به‌شدت درهم‌فشرده است ، نوع چرخشی سریع آن می‌تواند مواد اطراف را جذب نموده و بخشی از آنرا به‌صورت نور مرئی ، امواج رادیوئی ، یا اشعه ماوراءبنفش یا اقسام دیگر انرژی با شدت هرچه تمامتر به‌داخل فضا پرتاب نماید . مدل سیاه‌چاله شبه‌ستاره‌ها، از سوی بسیاری منجمین به‌صورت جدی برای تشریح شبه‌ستاره‌ها پیشنهاد شده است . در یک کلام ، شبه‌ستاره‌ها کهکشانهای سیاه‌شده‌ای هستند که به‌اواخر عمر خود نزدیک شده‌اند . سیاه‌چاله‌های مراکز آن کهکشانها ، درحال مکیدن تمامی کهکشان و ستارگان باقیمانده اطراف بوده و درنهایت؛ چیزی جز یک جسم سیاه از آن باقی نخواهد ماند .

اگر تقدیر کهکشان ما نیز اینچنین باشد ، اوضاع چندان خوشنودکننده نخواهد بود . نشانه‌هائی که تاکنون بدست آمده ، به‌وجود سیاه‌چاله چرخشی در مرکز راه شیری دلالت می‌کند . این هیولا ، در اثر مرور زمان و با بلعیدن تمامی اطرافیانش بزرگ و بزرگتر خواهد شد . درحقیقت به‌محض تشکیل سیاه‌چاله در گوشه‌ای از جهان ، آینده بقیه جهان مبهم و نامشخص خواهد بود . به‌این‌ترتیب ، تمام ماده جهان یا به‌سوی سیاه‌چاله مکیده شده یا به صورت موج جاذبه‌ئی در جهان منتشرخواهند گردید . اگر سیاه‌چاله در مکان دیگری بجز راه شیری تشکیل گردد ، تا رسیدن نوبت به‌ما زمان نسبتا " زیادی به‌طول خواهد انجامید . اما بلعیده شدن حریصانه کهکشان راه شیری به وسیله مرکزش، به‌ما مهلت بسیاری نداده و سریعتر از تصور، نوبت به‌ما خواهد

رسید . درواقع ، اگر نرخ تولید شبه‌ستاره‌ها به‌همان زیادی باشد که اینک به نظر می‌رسد ، از عمر راه شیری بیش از چندصدمیلیون سال باقی نمانده است . ممکن است چنین زمانی به‌نظر طولانی برسد ، اما طبیعی است که بسیار پیش از وقوع واقعه خطرناک و برخورد نزدیک با سیاه‌چاله ، ما مجبور به‌ترک کهکشان خود بوده و می‌بایست خیلی زود مکان امن‌تری برای خویش در جهان یافته و از اینجا پرواز کنیم . بله ، ممکن است بسیار زودتر از آنچه که به‌تصور درآید ما ناگزیر به‌مهاجرت از اینجا گشته و خانه پدری خود را به‌هیولای سیاه بسپاریم .

ولی باید گفت که هیچیک از مدارک معرفی‌شده در این فصل، هنوز قطعی نیستند . زیرا ما قادر به‌سفر به‌سیگناس X-۱ برای تحقیق نهائی نیستیم ؛ یا اینکه هنوز وسیله مجهزی برای مشاهده و معاینه قطعی شبه‌ستاره‌ها در دست نداریم . آیا شبه‌ستاره‌ها واقعا " سیاه‌چاله‌های غول‌آسا می‌باشند ؟ هنوز برای پاسخ قطعی به‌سئوالات فوق زود است . اما از آنجا که تماس نظرگاهها ، مشاهدات و محاسبات ما درمورد وجود سیاه‌چاله‌ها با یکدیگر به‌طرزی شایان توجه وفق داده و تناقضی را آشکار نمی‌نمایند، ما ناگزیر هستیم که سیاه‌چاله‌ها را بسیار جدی‌تر بگیریم . درپس محاسبات نجومی ، به‌وضوح دیده می‌شود که سیاه‌چاله‌ها با قیافه‌های تهدیدآمیز به‌ما می‌نگرند . اما راه مقابله با ژست‌های تهدیدآمیز جدی این آدمخواران ، داد و قال و سر و صدا نیست . اگرچه در جنگل‌های آفریقا می‌توان آدمخواران را با کمک سر و صدا ترسانید ، اما آدمخوار فضائی از چیزی نمی‌ترسد .

اگر فقط یک سیاه‌چاله در تمام جهان موجود باشد ، تمامی اندیشه‌های ما ــ درمورد عوامل اساسی زیست ــ دگرگون می‌شود . سیاه‌چاله تمامی عقاید ما را درباره زمان ، فضا ، فناناپذیری و همچنین کلیه عقاید دیگر را مورد تهدید قرار می‌دهد . سیاه‌چاله، تمامی افکار متداول را به‌دور ریخته و اندیشه‌هائی بس عجیب جایگزین آن می‌نماید . جهان سیاه‌چاله ، به‌راستی جهان عجایب است . جهانی که تغییرات زمان به‌صورت دلخواه بوده و فضا ، فقط دارای یک جهت باشد . جهانی که فضای آن بتواند روی خود خم شده ، از بقیه جهان جدا گشته و ایجاد جهانی جدید بنماید . جهانی که پر از

تله‌های فضائی ، در سر راه فضانوردان بی‌احتیاط می‌باشد . برای اذهان ما که به‌نرمی و گرمی روی زمین ایمنی گزیده‌ایم ، چنین افکاری محققا "عجیب و آزاردهنده است . ما باید مسئولانه و بدون شانه‌خالی‌کردن ، خود را آماده مواجهه با چنین تغییرات شگرفی بنمائیم .

این احتمال وجود دارد که نوع بشر، قبلا "بطور غیرمستقیم ، با سیاه‌چاله برخورد داشته است . شاید در گذشته مسافرین راه‌های بسیار دور توانسته باشند بر سیاه‌چاله غلبه نموده و با مهار قدرت آن ، انرژی لازم را برای سفری دراز کسب کرده و برای دیداری از ما به‌زمین آمده باشند . آیا مدارک ثبت‌شده گذشتگان توضیحی درباره‌ی این امر می‌دهد ؟ هنوز نمی‌دانیم ، و هنوز باید برای شناخت مسائل جدید کاوش کنیم . حتی اگر امروز ما با سفینه‌ای فضائی و فضانوردان فضاهای دور مواجه شویم ، شدیدا " متعجب شده و احتمالا " وحشت خواهیم نمود . محافل علمی جهان امیدوارند که این تعجب ، تمامی عکس‌العملی باشد که از سوی ما سر می‌زند و پیش از آنکه محافل سیاسی جهان نیاز توسل به‌خشونت را احساس‌نموده و دست به‌عملی مرگبار بیالایند ، راهی برای برقراری ارتباط صحیح علمی یافت شود . بویژه اینکه،محافل علمی جهان ، بار مسئولیت گناهی بزرگ را بر دوش خود احساس می‌کنند . مسئولیت قرار دادن سلاحهای بزرگ و قدرتهای مرگبار ، در دستان بی‌کفایت سیاستمداران . *هنوز کسی نمی‌داند !*

فصل چهارم

رام کردن سیاهچاله‌ها

رام کردن سیاه‌چاله‌ها

سیاه‌چاله‌ها خطرناکند و به‌مجرد بلعیده شدن توسط آنان، فرار غیرممکن می‌شود . تاکنون احتمالات بسیاری را که دال بر وجود آنان است بررسی نموده و دیدیم که، با احتمال قوی، تعداد زیادی از آنان در جهان وجود دارند . حتی اگر یک سیاه‌چاله در جهان موجود باشد ، باید از او مانند طاعون پرهیز کرد . سیاه‌چاله شامل ماده‌ای است که در بالاترین درجات قابل تصور ، و حتی بیش از آن ، فشرده شده است . در تحول انقباض ستاره و تولید سیاه‌چاله ، مقدار زیادی انرژی آزاد خواهد گشت . هنگامیکه سیاه‌چاله مشغول بلعیدن مواد اطراف است ، انرژی حتی به‌مقدار بیشتر نیز تولید می‌گردد . انتظار می‌رود که سیاه‌چاله‌ها ، سرچشمه ذخایر بزرگ انرژی باشند . انرژی ، عامل محرکه دنیا است . اسرار وجود ما ــ در قلب خود ــ کلید معمای انرژی را مخفی کرده‌اند ، معمای اسرارآمیز وجود جاندار ما در جهان بی‌جان . اگرچه صور مختلف انرژی و تبدیلات آنان و کاربردهای انرژی تاحدود قابل قبولی شناخته شده است ، اما هنوز هیچ تعریف قابل‌قبولی برای ماهیت خود انرژی بدست نیامده ، و این مسئله ، باعث ایجاد تفکرات جدید درمورد انرژی و سایر کمیات زیست گردیده است . در فیزیک مدرن دیده می‌شود که ماده و انرژی پشت و روی یک سکه‌اند . شاید این یک سکه سه‌وجهی است ، که روی سوم آن‌زمان بوده و کوانتوم‌های **زمان ــ ماده**[1] ، **جایگاه**[2] را پر کرده‌اند . بررسی دقیق این امر هنوز به‌مطالعات بسیاری نیازمند می‌باشد ، زیرا درحال

1.Time-Mass (Energy)   2.Time-Space

حاضر معمای انرژی هنوز حل نشده است.

ویلیام بلیک شاعر انگلیسی، درحدود دو قرن پیش در شعر زیبای خود سروده است که:

انرژی، آه ای زنده موجود.
ای فرزند ماده،
ای محدود در مرزهای خرد،
ای محیط بر دانش.
انرژی، آه ای شادی جاودانه.

اگر یک منبع انرژی ــ که دارای ذخایر کافی باشد ــ در دست موجود هوشمندی مانند بشر قرار گیرد، امکان فتح دنیا را برایش فراهم خواهد کرد. حتی به‌این دلیل نیز، سیاه‌چاله‌ها بسیار جذاب می‌باشند. برای رسیدن به‌هدف بزرگ فتح جهان، استفاده از سیاه‌چاله به‌عنوان منبع لایزال انرژی کمکی عمده می‌نماید. اگر ما به‌قدر کافی انرژی دردسترس و اختیار نداشته باشیم، ممکن است خود را در جنگی که به‌خاطر تملک مختصر انرژی موجود کره زمین درخواهد گرفت نابود کنیم. سئوال اساسی اینست که آیا بهتر است خود را به‌خطر انداخته و سرنوشت بدتر از مرگ ــ رفتن به‌آغوش افق اتفاق غیرقابل‌بازگشت ــ را بپذیریم، یا بهتر اینست که برای خاموشی همیشگی آماده شویم؟ ما قادر به‌جلوگیری از اشتهای حریصانه بشر، برای صرف هرچه بیشتر انرژی، نیستیم. به‌این‌ترتیبی که بشر با حرص و ولع مشغول صرف انرژی‌های موجود می‌باشد، به‌زودی تمامی انرژی‌ها ازبین رفته، سرما و خاموشی بر همه‌جا حکمفرما خواهد شد. اگرچه ممکن است این فاجعه درطول حیات دو سه نسل آینده اتفاق نیافتد، اما این مهمترین مسئله‌ی کل بشریت است که باید درمورد آن چاره‌جویی کرد. خوشبختانه باید گفت از هم‌اکنون دلایل مساعد و امیدوارکننده‌ای برای جدی‌تر گرفتن سیاه‌چاله‌ها، به‌عنوان ذخایر احتمالی انرژی، در دست است.

سوختهای شیمیائی روی کره زمین، به‌سرعت درحال اتمام می‌باشند. حتی بدون درنظر گرفتن روند خارق‌العاده ازدیاد جمعیت، که موجب تقاضای افزونتر برای سوخت خواهد گشت، بشر ذخایر سوختهای نفتی روی

زمین را درعرض کمتر از رقم خوشبینانه یک‌قرن مصرف خواهد نمود. سرعت تولید طبیعی سوختهای نفتی، چه سرچشمه فسیلی داشته باشند چه سرچشمه فشردگی مولکول‌ها در اثر اصطکاک (آنگونه که زمین‌جامدی‌ها معتقدند)، بسیار کمتر از سرعت مصرف آن می‌باشد. تازه هنوز سخنی از آلودگی ناشی از مصرف این سوختها به‌میان نیاورده‌ایم. از هم‌اکنون این آلودگی به‌همراه سایر آلودگی‌های شیمیائی، تمامی منابع ضروری حیات را چه در طبقات بالای اتمسفر، چه در هوا، چه در روی زمین و چه در دریاها موردتهدید بسیار جدی قرار داده‌اند.

بشر نمی‌تواند سوختهای هسته‌ای را به‌طرز موءثری به‌جای سوختهای نفتی بکار برد. خاکسترهای ته‌مانده این سوختها، **رادیواکتیوز** و شدیداً" سمی بوده و کره زمین را به‌سرعت آلوده و غیرقابل‌زیست می‌گردانند. با آنکه سابقه مصرف این سوختها حتی به‌نیم‌قرن نیز نمی‌رسد، استفاده از آنان با نرخ روزافزون کنونی در مدتی کمتر از دوقرن تمامی کره زمین را مسموم و غیرقابل‌زیست خواهد نمود. البته با اصلاح راکتورهای اتمی می‌توان بخشی از مسئله را حل نمود. یعنی به‌عنوان زباله، خاکستر اتمی با تشعشع کمتری بدست‌آورد. اما هنوز مسئله‌ی دور ریختن مواد آلوده، بدون تردید دردسرهای بزرگ تولید خواهد کرد.

بهرحال نکته مهم اینجاست که، تمام این روشها منجر به‌تولید انرژی در تحول‌هائی با بازده کمتر از یک درصد می‌گردد، و تازه این هنوز تمامی مسئله نیست. بشر در صنایع جدید به‌فلزات سنگین‌تر از آهن نیاز مبرمی دارد، که مقدار آنان در طبیعت زیاد نیست. می‌دانیم که فلزات سنگین خود نوعی انرژی محسوب می‌شوند، ساخت این فلزات با روشهای کنونی در واکنش‌هائی با بازده کمتر از یک‌درهزار انجام می‌شود. آیا نمی‌توان از سیاه‌چاله برای حل تمامی این مشکلات استفاده نمود؟ هنوز هیچ دلیل آشکاری وجود ندارد که منابع جاذبه‌ئی سیاه‌چاله در تحولات تولید انرژی، با بازدهی بسیار بالا، مفید نیستند. بلکه برعکس، تحقیقات درمورد تولید انرژی با استفاده از منابع جاذبه‌ئی، بازدهی درحدود صددرصد ویا کمی کمتر را نوید می‌دهند. انرژی سیاه‌چاله از نوع جاذبه‌ئی است، منبع عظیم

این انرژی ــ همانگونه که دیدیم ــ انقباضات عظیم جاذبه‌ئی ستاره می‌باشد . احتمال دارد که ما قادر به‌کنترل تشعشع عظیم انرژی سیاه‌چاله باشیم ، که دراین‌صورت سرچشمه دائمی و روزافزون انرژی دراختیار ما قرار گرفته است . مسئلهٔ مشکل در استفاده از سیاه‌چاله به‌عنوان سرچشمه انرژی، رام کردن این موجود خطرناک است . برای آنکه بتوان بطور ممتد از انرژی سیاه‌چاله استفاده نمود و درعین‌حال دائما" در وحشت سقوط به‌داخل افق اتفاق نبود ، ناگزیر باید اول آنرا بی‌گزند نمود . استفاده از انرژی جاذبه‌ئی به خاطر نتیجه و بازده بالای آن ، درمقام مقایسه با اقسام دیگر انرژی ، پرصرفه‌تر به‌نظر می‌رسد .

طبق اصل دوم ترمودینامیک ، در کلیه تحولاتی که به‌انتقال انرژی معروفند ــ به‌خاطر ازدیاد انتروپی ــ بی‌نظمی بیشتر شده ، **صورت** انرژی تنزل کرده و تعداد **کارهای** اتفاقی و تصادفی بیشتر می‌گردد .

مثال مناسب برای تحولات بی‌نظم‌شونده ، ریختن خامه در قهوه است که مخلوط گردیده و هرگز به‌صورت اول بازنمی‌گردد . مثال دیگر : خروج دود سیگار از دهان شخص سیگاری و پخش‌دود در اطاق است ، که دیگر مجددا" به‌دهان شخص سیگاری بازنمی‌گردد . بطورکلی می‌توان گفت که درجه نظم سرآغاز تحولات ، در سیستم‌های بسته ، بیش‌از درجه نظم سرانجام انتهائی این تحولات می‌باشد . که این ، نمایشگر بی‌نظم‌شدن جهان ، در مرحله انبساط انفجار بزرگ ، می‌باشد . بطور معمول معکوس درجه نظم ، برای بررسی سیستم و دخالت در محاسبات به‌کار گرفته می‌شود ، که آنرا درجه بی‌نظمی یا **آنتروپی سیستم**[1] می‌نامند . آنتروپی درواقع عکس استعداد انجام کار است . تحولات تمامی سیستم‌های‌بسته ، درجهت ازدیاد آنتروپی یا کم شدن استعداد انجام کار می‌باشد . اصل دوم ترمودینامیک یکی از اصول اساسی دنیای موجود به‌نظر می‌رسد ، این اصل تاکنون در تمام موارد باموفقیت به محک تجربه خورده . اما مانند سایر اصول اساسی دیگر ، تاکنون هنوز هیچ دلیلی برای صحت آن به‌دست نیامده است . این قانون به‌صورتهای مختلف ،

---

1. System Entropy

ازجمله به‌صورتی که در بالا به‌آن اشاره رفت ، بیان می‌گردد . در یک سیستم بسته ، سیر هر تحول درجهت ازدیاد مجموع آنتروپی سیستم است . و در انتها ، هر سیستم به‌حالت تعادل و ماکزیمم آنتروپی خواهد رسید که پس ازآن ، سیستم مذکور درواقع مرده است . این مرگ در عمل ، همان **ترم**[1] معروف تعادل حرارتی است . بدین‌معنی که،در تمامی اجزاء سیستم،مقدار متساوی انرژی موجود است .

اصولا" در فیزیک مقدار نیرو یا مقدار انرژی یا مقدار هر کمیت ، به تنهائی مفهوم دقیقی بدست نمی‌دهد . درواقع،جریان هر کمیت است که کمیت را قابل‌درک می‌کند . انجام کار،درواقع حرکت نیروست . در سیستم بسته متعادل ـ با هرچندمیلیون درجه سانتی‌گراد حرارت که بخواهیم ـ نیروئی حرکت نکرده و درنتیجه،کار انجام نمی‌شود . در چنین سیستمی ، هیچ واقعه جدیدی رخ نخواهد داد و سیستم دقیقا" بمانند یک جسد عمل می‌کند . این‌نوع مرگ ، مدتها قبل برای کل جهان به‌صورت مرگ طبیعی به‌نظر می‌رسید ؛ و به‌گونه‌ای تخیلی توسط **اولاف استاپلدن**[2] به‌زیبائی تشریح گردیده است :

"در کیهان چیزی بجز تاریکی و غبارهای تاریک ، که روزگاری کهکشانهایی بودند ، باقی نمی‌ماند . "

امروزه معلوم شده که انرژی جاذبه‌ای ـ درمقایسه با انرژی هسته‌ای یا انرژی حرارتی حرکت اتمها ـ از آنتروپی بسیار کمتری برخوردار می‌باشد ؛ تا جائی‌که بعضی از فیزیکدانان اظهار داشته‌اند که درمورد میدانهای جاذبه‌ای طبیعی ؛ آنتروپی گرانشی درحد صفر بوده و اصولا" هیچگونه بی‌نظمی در میدانهای گرانشی وجود ندارد . حتی درمورد میدانهای جاذبه‌ای افزاینده ، مانند نیمه‌انقباض انفجار بزرگ ، می‌توان به‌کم شدن آنتروپی تحولات سیستم‌های بسته و ایجاد نظام اندیشید . درمورد سیاهچاله‌ها،ما هنوز نیازمند اطلاعات بیشتری می‌باشیم . اشکال عمده سیاهچاله‌ها در بلعیدن ماده و به‌این‌ترتیب ، ایجاد نوعی بی‌نظمی است . این امر می‌تواند

1.Term　　2.Olaf Stapledon

از بازده صددرصد تبدیل انرژی کاسته و اجازه تغییرفرم انرژی جاذبه‌ای، به‌صورتهای دیگر را، با بازده کامل ندهد. امروزه محقق شده است که سیاه‌چاله‌ها، آنتروپی خاص خود را دارا می‌باشند. این،طبیعی به‌نظر نمی‌رسد. چرا که درغیراینصورت،می‌توان سیستم‌های فوق‌العاده بی‌نظم با انرژی‌های پست و ازبین‌رفته را به‌داخل سیاه‌چاله پرتاب نمود و به‌این‌ترتیب؛ مقداری آنتروپی ازدست داد. این امر، سیستم را بطرز موءثری تعمیر نموده و بی‌نظمی آنرا ازبین می‌برد. و این، تناقضی آشکار با اصل دوم ترمودینامیک است.

از آنجا که قانون دوم ترمودینامیک از آن‌دسته قوانین اساسی و "فعلا" مقدس" بوده که حافظ کتابهای بسیاری است، و ازبین‌رفتن آن بخش عظیمی از کتب جهان را از لیست انتظار چاپخانه‌های معتبر خارج خواهد نمود، ما در حفظ آن خواهیم کوشید. برای این منظور، ما ناگزیر از معرفی عامل جدید **آنتروپی سیاه‌چاله**[1] می‌باشیم. این عامل برای محاسبه انرژی سیاه‌چاله کمک ارزنده و شایانی می‌کند. برای مشاهده استفاده‌هایی که سیاه‌چاله می‌تواند به‌ما برساند و نیز برای مشخص نمودن طرز نزدیک‌شدن و رام‌کردن چنین موجود خطرناکی؛ مجبور به‌مراجعه به‌خواص اولیه آن می‌باشیم.

بیایید از یک ستاره درهم‌فروریخته غیرچرخشی خنثی (بدون بار الکتریکی) شروع کنیم؛ تمامی آنچه که از خارج مشاهده می‌شود یک ستاره درهم‌فشرده سنگین با جرم و چگالی زیاد بوده که در پشت یک افق اتفاق کروی مخفی شده است. از آنجا که هیچ‌چیز حتی نور نمی‌تواند از این افق بگریزد، می‌توان آنرا مانند یک غشاء و پوسته یکطرفه درنظر گرفت. مطالعه این سطح،می‌تواند ستاره مخفی‌شده در پشت آنرا به‌خوبی بشناساند. کروی بودن افق اتفاق نمایانگر این واقعیت است که سیاه‌چاله، چرخشی نیست. کل مساحت این غشاء نشانه‌ای است که توسط آن می‌توان به‌مقدار کل ماده‌ئی که در درون آن قرار دارد پی برد، هرقدر مقدار ماده‌ئی که ستاره را تشکیل می‌دهد بیشتر باشد مساحت رویه افق اتفاق بزرگتر است. محاسبات نشان

1. Black Hole Entropy

می‌دهند که عملاً، مساحت غشاء یکطرفه با مربع جرم ستاره درهم‌فروریخته متناسب است. این مساحت، حتی برای یک سیاه‌چاله نسبتاً بزرگ نیز مقدار کوچکی است. به‌عنوان مثال: یک ستاره منقبض‌شده به‌بزرگی ده‌برابر خورشید منظومه شمسی، دارای افق اتفاقی به‌مساحت دوازده هزار کیلومتر مربع می‌باشد، یعنی یک سطح مربع که طول و عرض آن هرکدام ۱۱۰ کیلومتر باشند. به‌نظر می‌رسد که پوسته یکطرفه، پس از تشکیل، همواره به‌صورت اولیه خود باقی خواهد ماند. نگریستن از خارج به‌ستاره درهم‌فرویخته این عقیده را تقویت می‌نماید، زیرا ستاره از دور یخ‌زده و منجمد به‌نظر می‌رسد. اما پوسته خارجی می‌تواند توسعه پیدا کند و این اتفاق، درصورتیکه ستاره ذرات جدیدی را جذب نماید، حتماً رخ خواهد داد. ذرات جذب‌شده می‌توانند غبارهای فضایی بین ستارگان، یا ستارگان همسایه باشند. بلعیدن ستارگان مجاور می‌تواند تفاوت فاحشی در ازدیاد اندازه سیاله‌چاله به‌وجود بیاورد.

بررسی پدیده برخورد دو یا چند سیاه‌چاله با یکدیگر دارای پیچیدگی خاصی است، و درحال‌حاضر جزئیات تغییراتی که در اثر این برخورد در سیستم سیاه‌چاله‌ها پیش می‌آید اصلاً روشن نیست. دراین‌مورد تنها یک چیز محقق است و آن اینکه مساحت کل پوسته یکطرفه، پس از تصادف، نمی‌تواند کوچکتر از مرحله قبل از تصادم باشد. بنابراین، هنگامیکه دو سیاه‌چاله با یکدیگر برخورد می‌نمایند: اولاً، در زمان نزدیک شدن به‌یکدیگر، افق‌های اتفاقشان الزاماً کروی باقی نخواهد ماند و می‌تواند اشکال دیگری ازجمله شکل زین‌اسبی به‌خود بگیرد. ثانیاً، مجموع مساحت‌های دو افق اتفاق قبل از برخورد، بزرگتر از مساحت پوسته یکطرفه ایجادشده در اطراف جسمی که در اثر برخورد به‌وجود می‌آید، می‌باشد.

در اینجا به‌نظر می‌رسد که مساحت افق اتفاق برای "آنالوژی آنتروپی"، یا درجه بی‌نظمی سیاه‌چاله بسیار مناسب است. مجموعه آنتروپی کل یک سیاه‌چاله هرگز نمی‌تواند تقلیل یابد، درصورتیکه ما این آنتروپی را با آنتروپی ماده اجسام طبیعی جمع کنیم؛ قادر به‌حفظ موجودیت اصل دوم ترمودینامیک در داخل سیاه‌چاله‌ها خواهیم گردید. این روش مفید و مناسب

می‌باشد، زیرا ما را قادر خواهد ساخت که بازده انرژی‌های تولیدشده در مقاطع مختلف زمانی به‌وسیله سیاه‌چاله‌ها و اجسام معمولی را محاسبه نمائیم. ما همچنین خواهیم توانست انرژی جاذبه‌ئی سیاه‌چاله را با مساحت آن مربوط سازیم.

نیروی کشش سطحی، یا نیروئی که ذرات تشکیل‌دهنده یک قطره باران را در مجاورت یکدیگر نگاه می‌دارد، نوعی انرژی رویه‌ای از نوع متشابه را ایجاد می‌نماید. اگر به‌قطره باران انرژی بیشتری داده شود ممکن است به نوسان شدیدی دچار شده و پس‌از رسیدن به‌حد بحرانی شکسته گردد، زیرا قادر نخواهد بود که به‌حد کافی مساحت خود را برای جا دادن کلیه انرژی اضافه‌شده به‌سیستم افزایش دهد. اگر انرژی بیشتری به‌سیاه‌چاله اضافه گردد، بنا به‌دلایل قیاسی، ارتعاشات متشابه‌ای ممکن است در سیاه‌چاله رخ دهد. در این عمل، کل مجموعه سیستم ممکن است مقداری از انرژی خود را به خاطر پخش تشعشع جاذبه از دست بدهد. حالت نهائی برخورد مواد با سیاه‌چاله، یا تصادفات سیاه‌چاله‌ها، ایجاد چند سیاه‌چاله نیست،بلکه،فقط یک سیاه‌چاله واحد با یک پوسته یکطرفه به‌وسعت حداقل آنچه که در آغاز بوده به‌وجود خواهد آمد. بنابراین، انرژی رویه‌ای هرگز نمی‌تواند تقلیل یابد؛ ما این حداقل انرژی سطحی را می‌توانیم "**انرژی تقلیل‌نایافتنی**" سیاه‌چاله بنامیم. این نام برای آنچه که در سابق با عنوان "**مساحت سیاه چاله**" معرفی کردیم نام خوب و مناسبی می‌باشد؛ زیرا ما هرگز قادر به‌تقلیل آن نخواهیم بود. به‌بیان دیگر، به‌مجرد تشکیل یک سیاه‌چاله با مساحت معین، انرژی تقلیل‌نیافتنی ذخیره‌شده در رویه تا ابد در همانجا باقی خواهد ماند.

حال بیایید عبارت "انرژی سیاه‌چاله" را بسط داده تا شامل سیاه‌چاله‌های چرخشی و دارای بارهای الکتریکی نیز بشود. می‌توان انتظار داشت که این خواص اضافی، در ازدیاد انرژی که توسط ستاره منقبض‌شده بلعیده شده است؛ اثر مستقیم داشته باشند. به‌عنوان مثال: سیاه‌چاله ناگزیر به‌انجام کار برای جمع‌آوری و درکناریکدیگرنگاه‌داشتن کلیه ذرات باردار الکتریکی بلعیده‌شده می‌باشد، دلیل این امر نیروی دافعه الکتریکی است که ذرات باردار در

میدانهای الکتریکی متشابه روی یکدیگر اعمال می‌نمایند . سیاه‌چاله باید مقداری کار جاذبه‌ئی برای خنثی نمودن این نیروها انجام دهد ، زیرا ذرات الکتریکی درمقابل اینکه سیاه‌چاله می‌خواهد آنها را به‌یکدیگر نزدیک کند مقاومت نشان می‌دهند . مرحله انقباض و نزدیک شدن این بارهای الکتریکی مقداری انرژی در میدانهای الکتریکی آنان ذخیره خواهد نمود ، که این به مثابه جمع کردن و بسته نگاهداشتن فنر می‌باشد . می‌توان امیدوار بود که روزی بتوان این انرژی الکتریکی عظیم را آزاد نموده و از آن استفاده کرد . طرزعمل شاید اینگونه باشد که به‌اندازه بار الکتریکی سیاه‌چاله ، به‌او اجازه بلعیدن بار الکتریکی مخالف را بدهیم . محققا" ما قادر به‌تشخیص یک رقم معین مربوط به‌انرژی الکتریکی که در بافت کلی انرژیهای سیاه‌چاله مشارکت نموده‌اند می‌باشیم ، این انرژی دارای فرم مشابهی با انرژی الکتریکی یک توپ فلزی درحال چرخش و دارای بارهای الکتریکی می‌باشد . به‌طریق مشابه می‌توان مقادیر مربوط به‌انرژیهای چرخشی را در معادله انرژی کل سیاه‌چاله‌ها تشخیص داد ؛ انرژی چرخشی دارای طبیعتی مشابه با طبیعت چرخش پره‌های آسیاب بادی یا فرفره می‌باشد؛که اندازه آن دقیقا "مربوط و متناسب با سرعت چرخش آن است .

به‌این‌ترتیب،درحالت کلی می‌توان گفت :

$$E_{TOTAL} = E_{GRAVITY} + E_{ROTATION} + E_{ELECTRICAL}$$

یعنی کل انرژی یک سیاه‌چاله مجموعه‌ای است از :

(الف) انرژی جاذبه‌ای غیرقابل‌تقلیل در سطح افق اتفاقات .

(ب) انرژی چرخشی که بستگی به‌سرعت چرخش آن دارد .

(ج) انرژی الکتریکی که توسط فشردگی بارهای الکتریکی داخل افق اتفاق به‌وجود آمده است .

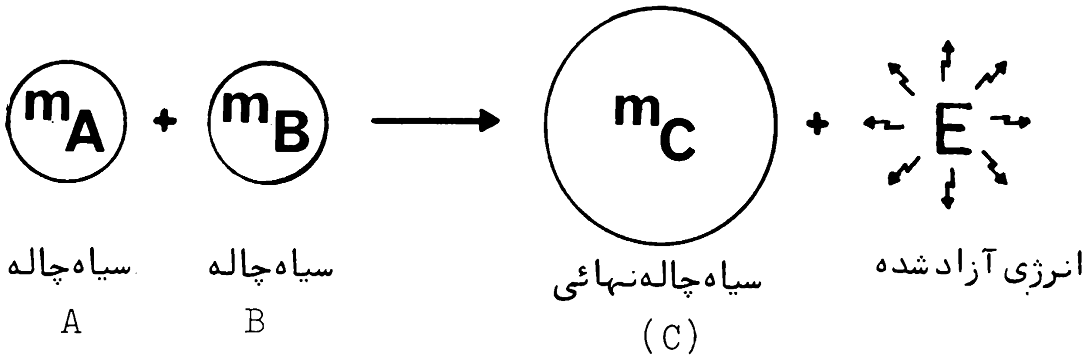
در تمامی بحث بالا از دونوع انرژی شناخته‌شده دیگر ، یعنی از واکنشهای اتمی و رادیواکتیو ، فعلا" بحثی به‌میان نیامده است . انرژی‌های الکتریکی و چرخشی مشارکتی در آنتروپی اجسام ندارند ، زیرا آنان می‌توانند به دلخواه کم یا زیاد گردند. درمورد سیاه‌چاله‌این امر با آهسته‌ترکردن سرعت چرخش یا خنثی نمودن بار الکتریکی آن انجام می‌شود . بنابراین ، آنتروپی

تنها به‌انرژی سطحی مربوط می‌گردد . حال که روش تقسیم انرژی ستاره درهم فروریخته به‌انواع مختلف انرژی دانسته شد ؛ و نیز تشخیص داده شد که کدام یک از این اقسام می‌توانند با درنظر گرفتن قانون دوم ترمودینامیک* و بدون ایجاد تناقض با قوانین شناخته‌شده افزایش یا کاهش پیدا نمایند ؛ می‌توان درباره ماکزیمم مقدار انرژی منتشره یک یا چند سیاه‌چاله اندیشید .

در آغاز فقط دو سیاه‌چاله درنظر گرفته شده و بررسی می‌شود ، که چه مقدار از مجموع کل انرژی آنان در اثر تصادف،آزاد و منتشر خواهد شد . همانگونه که انتظار داریم ، نتیجه این محاسبات بستگی به‌چرخشی بودن سیاه‌چاله‌ها و نیز مقدار بارهای الکتریکی آنان دارد . نخست حالتی را در نظر می‌گیریم که،هیچکدام از سیاه‌چاله‌ها چرخشی نبوده و هردو ازنظر بار الکتریکی خنثی باشند . محاسبات نشان می‌دهد درحالتی که هردو سیاه‌چاله ازنظر مقدار جرم به‌یک‌اندازه باشند و نتیجه نیز یک سیاه‌چاله غیرچرخشی غیرالکتریکی باشد ؛ بالاترین راندمان تخلیه انرژی درحدود ۳۰% خواهد بود . به‌بیان دیگر ، جسم نهائی کمی بیش از $\frac{۲}{۳}$جرم مجموع دو جسم اولیه را خواهد داشت .

انرژی باقیمانده که به‌اندازه یک‌ثلث از جرم کل است،به‌صورت امواج جاذبه‌ای پراکنده می‌شود . تشعشع جاذبه‌یی از انواع انرژی است که برای ما اگر نه به‌سهولت ، اما بهرحال قابل‌دسترسی است . اگر تحولات تصادمات سیاه‌چاله‌ها برای ایجاد سرچشمه‌های جدید انرژی به‌کار گرفته شود ، ناگزیر از به‌تله‌انداختن امواج جاذبه‌ای خواهیم بود .

درصورتیکه از دو سیاه‌چاله چرخشی با بارهای الکتریکی استفاده شود ، بازده تخلیه انرژی اضافه خواهد گردید . در هردوحالت ــ اگر این چرخش درخلاف جهت ولی با سرعت مساوی باشد ، یا اگر بارهای الکتریکی آنان متضاد باشند ــ ماکزیمم انرژی در تحول تصادم سیاه‌چاله‌ها بدست می‌آید و تحول؛به‌بالاترین بازده یا نتیجه تخلیه می‌رسد . که البته این درصورتی است که حاصل کار ، یک سیاه‌چاله غیرچرخشی و ازنظر الکتریکی خنثی باشد . محاسبات نشان می‌دهد که بازده تحول انرژی در این‌حالت ۵۰% بوده و مجموعه جرم ازدست‌داده‌شده در این‌حالت ، برابر با نصف مجموع جرم‌های



$$m_A + m_B \rightarrow m_C = \frac{2}{3}(m_A + m_B) + E$$

شکل ۴ : تصادم سیاه‌چاله‌ها .

اولیه می‌باشد . این امر به‌معنای آن است که یکی از سیاه‌چاله‌ها بطور کامل نابود شده، یـا به‌بیان بهتر، از حالت جرم درهم‌فشرده خارج گردیده و به‌صورت انرژی جاذبه‌ای در فضا منتشر گردد . اگر به‌کل این فعل و انفعال به‌صورت تحول مـواد انرژی بنگریم ، بازده کار ۵۰% افزایش یافته و انرژی قابل‌ملاحظه‌ای را نسبت به‌حالت قبـل نمایش می‌دهد . این ازدیاد بازده، به‌خاطر این حقیقت است کـه سیاه‌چاله‌های اولیه تاحد امکان از انرژی‌های الکتریکی و چرخشی اشباع بـوده و موءلفه‌های انرژی الکتریکی و چرخشی ؛ بخش عمده‌ئی را در محاسبات تشکیل می‌داده‌اند .

ممکن است به‌نظر برسد که درمورد ستاره درهم‌فروریخته‌ای که سریعا " می‌چرخد یا شدیدا " دارای بار الکتریکی است؛می‌توان بخش عمده‌ای از انرژی درونی را ، با کمک چرخشی یا اضافه‌بار الکتریکی ، در فضا منتشر نمود . چنین تفکری مجاز نیست ، زیرا دراینصورت وجود برخی از قوانین بسیار اساسی و مهم فیزیک به‌خطر افتاده و به‌این‌ترتیب مشکلات بسیار عمده ایجاد می‌شود . چرخاندن سریع سیاه‌چاله به‌دور خویش، تا آن درجه‌ای‌که قادر به‌این‌نوع تخلیه انرژی باشد ، باعث خواهد شد که آن ذره‌ی مادی که روی افق اتفاق وجود دارد از سرعت نور نیز سریعتر حرکت نماید . ما می‌دانیم که فرض حرکت انرژی با سرعت بیش‌از نور ، ما را به‌انواع مغالطات و تناقضات ازجلمه پارگی زنجیره علیتی می‌کشاند . درصورتیکه ما سیاه‌چاله را وادار به چرخش سریعتر از نور نماییم،واقعه‌ای به‌مراتب بدتر از تناقضات علیتی پیش می‌آید ؛ به‌این‌ترتیب که افق اتفاق ــ که مانند حجابی جلوی این سیاه‌چاله را گرفته است ــ به‌کناری رفته و اندرون وحشتناک سیاه‌چاله درمقابل چشمان ما ظاهر می‌شود ؛ بطوریکه قادر خواهیم بود خرد شدن و تخریب نهائی ماده را در مرکز سیاه‌چاله ببینیم .

با ترتیبات مشابه می‌توان نشان داد که اگر سعی شود مقدار بسیار زیادی بار الکتریکی به‌سیاه‌چاله تزریق گردد ، قدرت جذب نیروهای جاذبه‌ای برای جلوگیری از پخش و فرار بارهای الکتریکی کافی نخواهد بود و فرار بارهای الکتریکی از پوسته یکطرفه افق اتفاق؛سبب پارگی افق اتفاق شده و پرده از رخ سیاه‌چاله به‌کنارمی‌رود.و مجددا "،ما با وضعیتی خارق‌العاده و خطرناک روبرو خواهیم شد . بنابراین اگر نخواهیم که طلسم را گشوده ، در جعبه غول را باز کرده و این موجود وحشتناک را آزاد نمائیم ؛ باید به‌یک بازده پنجاه درصدی (۵۰٪) در یک مولد انرژی چرخنده دارای بارهای الکتریکی بسنده نمائیم . درهرحال گفتنی است که محاسبات نشان می‌دهند اگر دو سیاه‌چاله هم‌اندازه ، دارای بارهای الکتریکی اما مختلف‌العلامت با یکدیگر برخورد نموده و حاصل کار یک سیاه‌چاله بدون چرخش و ازنظر الکتریکی خنثی باشد ؛ بازده تخلیه انرژی تا میزان شصت و پنج درصد (۶۵٪) افزایش خواهد یافت .

درحقیقت اگر تعداد سیاه‌چاله‌ها بیش از دو عدد باشد ، بازده انرژی بهتر می‌گردد . با داشتن چهار یا بیشتر سیاه‌چاله ، می‌توان جدول زیر را برای تخلیه انرژی برخورد سیاه‌چاله‌ها تشکیل داد .

جدول ۱ــ راندمان تخلیه انرژی سیاه‌چاله

نوع / تعداد	بدون بار الکتریکی غیرچرخشی	بار الکتریکی	چرخشی	با بارهای الکتریکی و چرخشی
۲ سیاه‌چاله	٪۳۰	٪۵۰	٪۵۰	٪۶۵
۴ سیاه‌چاله	٪۵۰	٪۷۵	٪۷۵	٪۹۰
۸ سیاه‌چاله	٪۶۵	٪۸۸	٪۸۸	٪۹۶

در این جدول فرض بر اینست که سیاه‌چاله انتهائی تشکیل‌شده در اثر برخورد ، غیرچرخشی و از نظر بارهای الکتریکی خنثی می‌باشد ، و درضمن سیاه‌چاله‌های اولیه دارای اندازه‌های یکسان بوده ، درخلاف جهت می‌چرخند و دارای بارهای الکتریکی مختلف‌العلامت هستند . درحقیقت هیچگونه محدودیتی برای بهتر نمودن راندمان تخلیه انرژی وجود ندارد ، و این البته درصورتی است که ما تعداد کافی سیاه‌چاله دردسترس داشته باشیم .

همانگونه که در فصل چهارم اشاره نمودیم ، احتمال دارد که تعداد زیادی سیاه‌چاله در کهکشان منظومه شمسی وجود داشته باشند که دراینصورت؛ برخورد آنها به‌عنوان یکی از قویترین و باصرفه‌ترین منابع انرژی جهان محسوب خواهد شد . درآخر فصل چهارم به‌این امر اشاره شد که یکی از معماهای عمده فیزیک و نجوم معاصر ، سرچشمه شگرف و عظیم تولید انرژی در **شبه‌ستاره‌ها** است . درآنجا پیشنهاد شد که این اشیاء بسیار دور ــ که مانند ستارگان به‌نظر می‌رسند ــ در مرکزشان یک سیاه‌چاله دارند که با بلعیدن مواد اطراف خود انواع و اقسام مختلف انرژی را ساطع می‌نماید .
اگر شبه‌ستاره‌ها در اول به‌صورت یک‌کهکشان متشکل‌از ستارگان سنگین باشند؛

که این ستارگان درطول تکامل خود به‌سیاه‌چاله‌ها تبدیل شده‌اند، درآنصورت شبه‌ستاره‌ها سرچشمه لایزال تولید انرژی با بازده بسیار زیاد خواهند بود. زیرا تعداد سیاه‌چاله‌های تشکیل‌دهنده آنان، بسیارزیاد بوده و این ستارگان درهم‌فروریخته شروع به‌برخورد به‌یکدیگر و جرقه‌زدن می‌نمایند. ممکن است این تحولی باشد که ما، هم‌اینک، در فضا شاهد آن هستیم. درواقع یک‌چنین تصویری بــرای توضیح شبه‌ستاره‌ها با سیاه‌چاله‌های خنثی ازنظر الکتریکی و غیرچرخشی ؛ دارای یک روند تولید انرژی ثابت خواهد بود ؛ به‌شرطی که سیاه‌چاله‌ها به‌صورت یکنواخت برخورد نمایند. به‌نظر می‌رسد،این تصویری منطقی برای توضیح شبه‌ستاره‌ها باشد.

اکنون ناگزیر به‌بررسی ایــن نکته هستیم که،آیـا کهکشان راه شیری در آینده دچار چنین سرنوشت شومی خواهد شــد یا نه؟ اجرامی سنگین که با یکدیگر شدیداً" برخورد می‌نمایند و به‌این‌ترتیب ، مقادیر هنگفتی انرژی در فضا ساطع می‌نمایند. پرواضح است کــه ما، درحال‌حاضر، هیچگونه پیش‌گوئی بسیار دقیق دراین‌مورد نمی‌توانیم بکنیم. امـا چیزی کـه محقق است این است کــه ، اگر حتی یک سیاه‌چاله در کهکشان خود داشته باشیم، سرنوشت نهائی ما تیره و غم‌انگیز خواهد بود. همانگونه که قبلا" تشریح گردید: او بالاخره همه ما را خواهد بلعید.

جمع‌آوری انرژی تولیدشده توسط سیاه‌چاله بسیار مشکل است ؛ به‌ویژه اگر این انرژی،بیشتر به‌شکل تشعشعات امـواج جاذبه‌ای باشد. البته محقق است که گردآوری انرژی تولیدشده در یک برخورد اتفاقی و بدون پیش‌بینی قبلی ؛ امری به‌مراتب مشکل‌تر از جمع‌آوری انــرژی در موقعی است که ما از برخورد اطلاع داریم. بــرای اینکه بتوانیم مقــدار قابل‌ملاحظه‌ای انــرژی ذخیره نمائیم،لازم است کــه از زمان و مکــان برخورد سیاه‌چاله‌ها و تحول تولید انرژی مطلع باشیم ؛ تــا بتوانیم در راس موعد مقرر با مقدار زیادی ابزارهای ذخیره‌کننده انرژی، محل برخورد را محاصره نموده وآماده برخورد باشیم. درضمن باید بسیار هوشیار باشیم، تا مبادا درلحظه‌ای‌که سیاه‌چاله‌ها به‌سوی یکدیگر درحرکت می‌باشند، توسط آنان بلعیده شویم. ازآنجا که هرقدر سیاه‌چاله کوچکتر باشد مساحت افق اتفاق آن نیز کمتر است ؛ بنابراین مسئله

جمع‌آوری انرژی درمورد سیاه‌چاله‌های کوچک،راحت‌تر انجام می‌پذیرد . اما گرفتاری دیگری که درمورد سیاه‌چاله‌های کوچک پدیدار می‌گردد این است که،ما انتظار داریم ستارگانی که از دوبرابر وزن خورشید ما سنگین‌تر هستند، توسط جذب شدید ماده به‌سیاه‌چاله تبدیل گردند . هرچه که جسم اولیه سنگین‌تر باشد ، زودتر ، تمامی سوخت هسته‌ای درونش را خواهد سوزاند و زودتر، درهم فرو خواهد ریخت . اگر مقدار کمتری ماده درنظر بگیریم ، این ماده بطور طبیعی درهم فرو نخواهد ریخت و احتراق درونی آن، به‌حد کافی قوی خواهد بود تا درمقابل نیروهای درون‌جاذبه‌ای بین ذرات آن مقاومت بنماید .

بنابراین در اینجا وجود نیروئی خارجی برای ایجاد سیاه‌چاله مصنوعی ضروری می‌گردد. به‌این معنی که ، برای ساخت یک سیاه‌چاله با اندازه کوچکتر و با مواد کمتر ، لازم است که نیروهای بسیار قوی خارجی اجزا و ذرات تشکل‌دهنده آنرا به‌سوی یکدیگر رانده و درهم بفشارد و آنقدر این عمل را ادامه دهند، تا تمامی مواد به‌داخل افق اتفاق بروند . این امر شبیه به‌فشردن گلوله‌های برفی است ، و این فشردن تا آن‌اندازه ادامه پیدا می‌کند که سیاه‌چاله ایجاد گردد . برای ایجاد سیاه‌چاله‌های کوچک باید مقادیر بسیار فراوان ، نیرو به‌داخل آن وارد کنیم . فرض کنید که ما می‌خواهیم یکهزار و ششصد تن (۱۶۰۰ تن) آهن را به‌داخل پوسته یکطرفه‌اش فرستاده و از آن یک سیاه‌چاله بسازیم ، ما مجبور خواهیم بود که اندازه آنرا به‌یکصدبیلیونیوم سانتیمتر برسانیم (10^{-11} cm) . برای رسیدن به‌این طول ، ما نیازمند به مقدار بسیار زیادی انرژی هستیم . محاسبات نشان می‌دهد که برای ساختن یک سیاه‌چاله در این‌اندازه ، یکصدمیلیون (10^{8}) بار انرژی بیشتر از آنچه که از خود آهن در فعل و انفعال هسته‌ای بدست می‌آید؛لازم خواهد بود . حتی اگر جرم آهن صددرصد به‌انرژی تبدیل گردد ، این مقدار عظیم انرژی فقط می‌تواند در یک فعل و انفعال بزرگ هسته‌ای و با مصرف نمودن تمامی **دوتریوم**[1] آبهای تمام اقیانوسهای دنیا بدست آید . حتی درآنصورت نیز

---

1. Deuterium

جلوگیری از فرار آهن به‌صورت حرارت یا تشعشع ، بدون مصرف مقدار معتنابهی انرژی قبل از تشکیل سیاه‌چاله ، عمل بسیار مشکلی خواهد بود . به‌این‌ترتیب، درنظر اول ساختن سیاه‌چاله‌های کوچک عمل بسیار مفیدی به نظر نمی‌رسد .

قبل از آنکه ما سیاه‌چاله‌ها را به‌عنوان منابع قابل‌استفاده انرژی در آینده نه‌چندان دور کنار بگذاریم ، باید احتمال وجود روشهای دیگر بیرون کشیدن انرژی از آنرا موردبررسی قرار دهیم . درواقع چنین روشهائی هم وجود دارند ، که برخی از آنان از نقطه‌نظر تکنولوژی عملی بوده و مقرون به‌صرفه می‌باشد . در این روشها می‌توان از انرژی چرخشی سیاه‌چاله‌های دوار ، یا انرژی الکتریکی سیاه‌چاله‌های باردار استفاده نمود . از آنجا که ساختن سیاه‌چاله‌های کوچک بسیار مشکل بوده و بازده استفاده از انرژی آنان بهرحال کمتر از واحد می‌باشد ، عاقلانه‌تر به‌نظر می‌رسد که برای تهیه انرژی به‌سراغ سیاه‌چاله‌های موجود در طبیعت برویم .

می‌توان تمدنی باشعور و بسیار پیشرفته ازنظر تکنولوژی را درنظر گرفت که به‌تولید سیاه‌چاله‌ها مشغول است . طرز عمل به‌این قرار است که آنان گاز هیدروژن یا هلیوم را در یک منطقه از کهکشان پخش می‌نمایند ، یا در قسمتی که این گازها وجود دارند آنرا متراکم می‌سازند ، به‌این‌ترتیب خیلی سریع موفق به‌ساخت ستارگان بزرگ می‌گردند . این ستارگان درهنگام سوخت سریعشان ، به‌عنوان منابع انرژی می‌توانند مورداستفاده قرار گرفته و سپس انرژی فراوان اما کوتاه‌مدت آنان در مرحله سوپرنوا نیز مورداستفاده قرار گیرد . سیاه‌چاله‌های ایجادشده سپس به‌سوی یکدیگر رانده می‌شوند تا از انرژی فوق‌العاده حاصله از برخورد آنان استفاده گردد ، سیاه‌چاله نهائی پس از بهره‌برداری از کلیه انرژی‌های دورانی و الکتریکی برجا باقی خواهد ماند . مقدار انرژی که از این راه بدست می‌آید بسیار هنگفت خواهد بود ، این انرژی به‌ویژه در بهترین و شیرین‌ترین مرحله کاشت ، یعنی درو کردن خودنمائی می‌نماید و آن مرحله "سوخت" یا برخورد سیاه‌چاله‌ها می‌باشد .

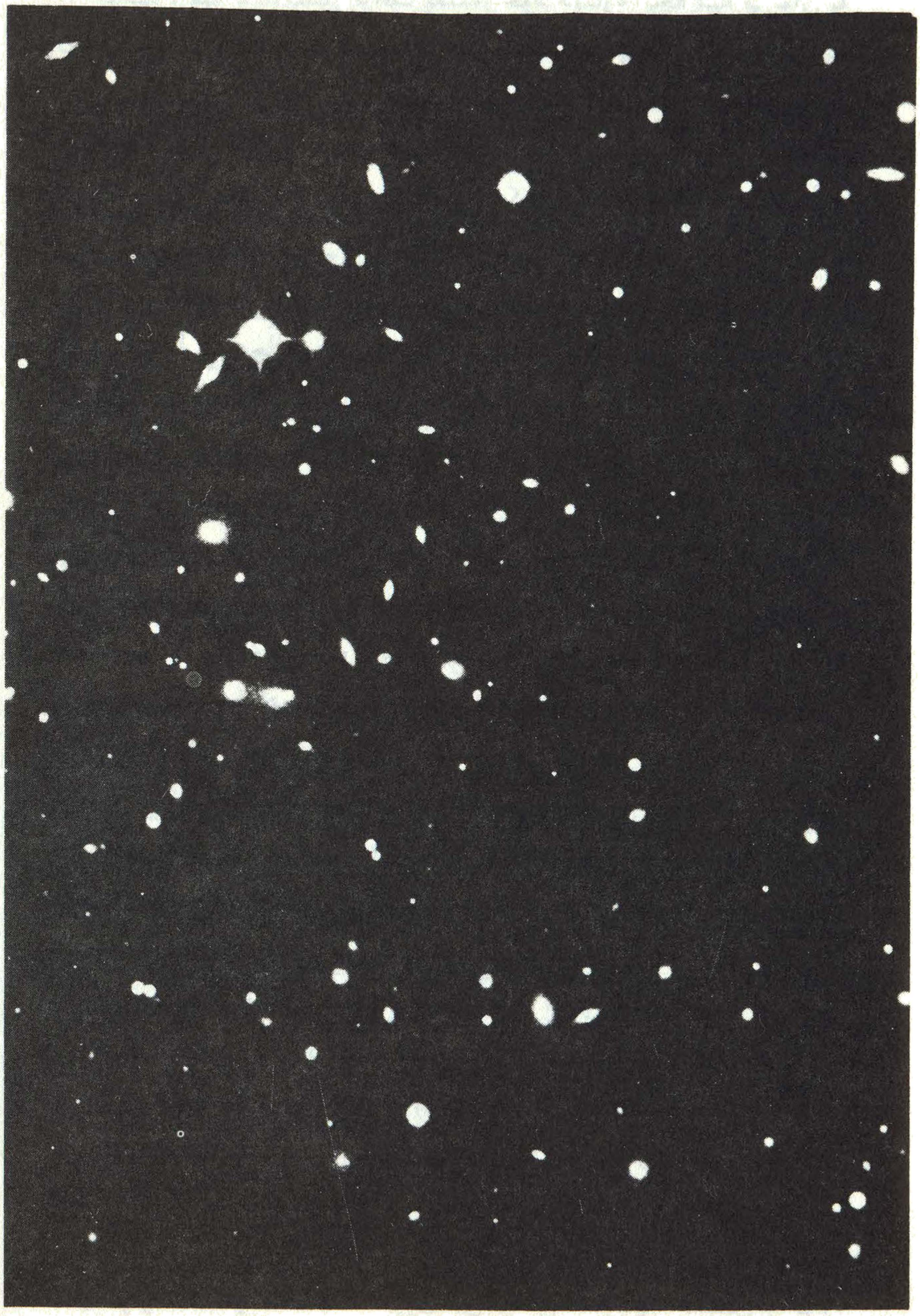
مسائل جانبی متعددی در اینجا به‌وجود می‌آیند، به‌ویژه مسائل آلودگی محیط‌زیست و اینکه چگونه از سیاه‌چاله نهائی خلاص گردیم ؟

سیاه‌چاله را باید در محلی بسیار دور از مرکز تمدنی که‌آنرا ایجاد نموده، مخفی نمود. بدون‌تردید او رشد خواهد کرد و کهکشانی که این سیاه‌چاله در اوست، پیش از آنکه بطورکامل توسط این غول سیاه بلعیده شود، باید تخلیه گردد. کسی چه می‌داند؟ شاید شبه‌ستاره‌ها درحال‌حاضر دارند سرگذشت مشابه‌ای را تحمل می‌نمایند و واقعه مشابه‌ای برایشان رخ می‌دهد؟ شاید در گذشته‌ئی دور به‌این جهان آورده شده‌اند و پس از آنکه عصاره انرژی آنان توسط ذیشعوران بوجودآورنده‌شان گرفته شده است؛ تبدیل به‌غول بلعنده‌ی کل جهان هستی اطراف گردیده‌اند.

با استفاده از سیاه‌چاله، می‌توان بخشی از ماده معمولی را به‌انرژی تبدیل نمود. برای انجام این عمل مقداری از ماده معمولی‌را به‌سوی سیاه‌چاله پرتاب می‌کنیم، این ماده با حرکت حلزونی به‌سوی افق اتفاق به‌راه می‌افتد که درنهایت توسط افق اتفاق دستگیر خواهد شد. ماده هرچه در سقوط خود به‌سیاه‌چاله نزدیکتر شود، شروع به‌تشعشع امواج جاذبه‌ای بیشتری خواهد نمود. پیش از آنکه ماده برای همیشه در داخل پوسته یکطرفه ازنظر محو گردد، درحدود پنج درصد از خود را به‌صورت انرژی پس داده و منتشر می‌نماید. بازده این عمل پنج بار بیشتر از فعل و انفعال هسته‌ای است و به‌این‌ترتیب، درنظرگرفتن این عمل بطور جدی بسیار باارزش می‌باشد. بازده این عمل را، با تغییر موضع پرتاب‌کننده ماده به‌داخل سیاه‌چاله، می‌توان تا میزان چهل‌درصد (۴۰%) بالا برد. انرژی‌آزادشده دراین‌حالت نیز به‌صورت امواج جاذبه‌ای بوده و بنابراین، در اینجا نیز مشکل جمع‌آوری انرژی وجود خواهد داشت. اما برتری این روش نسبت به‌روشی که قبلا" توضیح داده شد در این است که، دراین‌حالت محدودیت ما فقط درمورد منابع ماده معمولی خواهد بود. سیاه‌چاله‌ای که دراین‌حالت بکار رود به‌مثابه یک آتش داغ می‌باشد و تنها چیزی که برای داغ نگاهداشتنش لازم است، سوخت بیشتر می‌باشد. هنوز روش‌های دیگری نیز برای بدست‌آوردن انرژی سیاه‌چاله‌ها موجود است؛ و هرروزه نیز، پیشنهادات و تئوریهای جدیدی توسط دانشمندان عرضه می‌گردد. متأسفانه حتی ساخت **بمب سیاه‌چاله** نیز به عنوان یک منبع انرژی، اما نه‌چندان مفید، پیشنهاد گردیده است.

اساس این پیشنهادات برمبنای این حقیقت است که نور و سایر امواجی که از سیاه‌چاله بدست می‌آیند ؛ آنچنان پراکنده و سریع هستند که درعمل، سیاه‌چاله مانند یک آمپلی‌فایر انرژی درمورد آنان عمل می‌نماید . البته،خرج تمامی این انرژی‌ها را چرخش سیاه‌چاله می‌دهد. ماده‌ای‌که به‌داخل سیاه‌چاله چرخشی پرتاب شده درفاصله بین ستاره منجمد و افق اتفاق به‌دو بخش تقسیم می‌شود ، بخش‌بزرگتر به‌داخل سیاه‌چاله سقوط نموده اما بخش‌کوچکتر با استفاده از چرخش سیاه‌چاله به‌انرژی تبدیل گردیده ؛ و از آن می‌گریزد . این تشعشع فوق‌العاده پراکنده دارای بازده کمی می‌باشد ، و در بهترین حالت فقط کسر کوچکی از چرخش سیاه‌چاله است. در این تحول،اگر سیاه‌چاله را توسط آینه‌ها محاصره کنیم، حاصل کار چیزی بجز یک انفجار نخواهد بود . زیرا هر بازتاب بزرگ‌شده (آمپلی‌فایرشده)،مجددا " به‌داخل سیاه‌چاله بازگشته و حاصل آن مجددا " بزرگ می‌شود . میزان انرژی که در تشعشات آینه‌ای ذخیره می‌گردند،لحظه به‌لحظه و بسیار سریع بیشتر می‌گردد ، در حالیکه انرژی چرخشی ستاره منقبض‌شده،به‌زودی ازبین می‌رود. طبیعت ممکن است آینه‌های خود را در اطراف سیاه‌چاله قرار داده باشد . پلاسمای ذرات غبارهای فضائی که در اطراف سیاه‌چاله به‌تله افتاده‌اند ؛ می‌توانند در بازی کردن نقش آینه و انعکاس تشعشعات و تقویت آنان نقش اساسی را داشته باشند . این غبارهای فضائی شاید هرگز به‌داخل سیاه‌چاله سقوط نکنند ، زیرا فشارهای تشعشعات از پائین به‌آنان نیروی شگرفی اعمال می‌کنند . چه انفجار مهیبی در فضا رخ خواهد داد ، هنگامیکه چنان نیروی دهشت‌باری آزاد گردد ؟

ساخت سیاه‌چاله‌های مصنوعی مشکل است و به‌این‌جهت عمل‌ارزشمندی، حتی برای تمدن‌های بسیار پیشرفته ، به‌نظر نمی‌رسد و برای تمدن ما درحال حاضر محققا " عملی نیست . مهمترین سیاه‌چاله‌های‌آینده برای ما ، آنهائی هستند که بطور طبیعی به‌وجود آمده‌اند . اگر به‌همان تعدادی که تاکنون پیش‌بینی شده سیاه‌چاله در جهان وجود داشته باشد ، یعنی اگر واقعا " نیمی از ماده جهان درحالت بسیار فشرده بسر ببرد ، ما بدون اینکه لزومی داشته باشد که رنج کشت آن را بر خود هموار کنیم می‌توانیم به‌مرحله درو کردن



ستاره خوشه‌ای دور(سرد)، در صورت فلکی تاج شمالی .

آن برسیم . ما باید بسیار مراقب گفتار خود درباره آنچه که می‌توان یا نمی‌توان درباره این مسئله انجام داد ، باشیم . بهرحال گفتنی است که حتی چهل سال قبل از انفجار نخستین بمب اتمی ، کوچکترین دلیلی مبنی بر اینکه چنین نیرویی برای بشر دست‌یافتنی است وجود نداشت . حتی درست ده‌سال قبل از انفجار بمب اتمی ، یک فیزیکدان معتبر گفته بود که دست‌یافتن به‌چنان نیرویی از محالات است . البته کلیه دانشمندان دست اندرکار سیاه‌چاله‌ها در یک امر تاکنون متفق‌القول هستند و آن این است که، استفاده از سیاه‌چاله به‌عنوان اسلحه‌بسیار خطرناک‌بوده‌و این خطرناکترین سلاحی است که تاکنون بشر موفق به‌کشف آن گردیده و به‌مراتب؛خطرناکتر از بمب اتمی می‌باشد . اگر ما اجازه دهیم که یک سیاه‌چاله مصنوعی روی کره زمین ساخته شود ، باید بدانیم که اجازه تهدید کل موجودیت کره زمین را صادر کرده‌ایم . یک سیاه‌چاله که فقط‌هزار و ششصد (۱۶۰۰) تن وزن دارد، اگر از دست ما به‌روی کره زمین رها شود ! فورا" و در کسر بسیار کوچکی از ثانیه زمین را سوراخ نموده و به‌مرکز زمین رفته و در مرکز زمین غرق می‌شود؛ و سپس در یک‌لحظه همه‌زمین و همه ما را باهم خواهد بلعید . برای جلوگیری از این امر ، باید انقباض مصنوعی به‌یک‌ترتیبی به‌زنجیر کشیده شود . به‌نظر می‌رسد که کنترل آن با نیروهای جاذبه‌ای غیرممکن می‌باشد ، مگر آنکه آن را در فضا و دور از کره زمین بسازیم . از آنجا که ساخت آن در فضا،به‌مشکلات ساخت بطور طاقت‌فرسائی می‌افزاید ؛ بهتر به‌نظر می‌رسد که افکار خود را درمورد راههای کنترل آن در روی زمین متمرکز کنیم .

سیاه‌چاله،دسته‌های ! محکم و مفیدی دارد که توسط‌آن دسته‌ها می‌توان آن را نگهداشت . این دسته‌ها عبارتند از جرم ، چرخش و بار الکتریکی . به‌نظر می‌رسد که ما می‌توانیم از خاصیت الکتریکی سیاه‌چاله استفاده نمائیم تا از غرق شدن آن در مرکز کره زمین و همراه با آن ، از نابودی خود جلوگیری کنیم . اگر یک سیاه‌چاله را با ماگزیمم بار الکتریکی بسازیم ، می‌توانیم آنرا با نیروی میدان الکتریکی به‌قدرت یکصدهزار ولت بر سانتیمتر نگهداریم . قابل‌ذکر و جالب‌توجه است که نیروی این میدان الکتریکی ، مستقل از جرم سیاه‌چاله می‌باشد ، زیرا بدیهی است که سیاه‌چاله با ازدیاد جرم ، **می‌تواند**

مقدار بـار الکتریکی را کـه در خود نگاه می‌دارد افزایش داده و درنتیجه عکس‌العمل بهتری در میدان الکتریکی نگهدارنده نشان دهد. خوشبختانه درحال‌حاضر می‌توان یک میدان الکتریکی با چنان قدرتی به‌وجود آورده و آنرا تحت‌کنترل خود نگاه داشت.

یکی از بزرگترین مشکلات جدی که در راه نگاهداری و استفاده ممتد از ذخایر برقی با ولتاژ زیـاد وجود دارد این است که، مصالح بکارگرفته‌شده در اطراف کابلهای فشار قوی از کار افتاده و ازبین می‌روند. ولی امروزه مواد مناسبی ساخته شده‌اند که می‌توانند ولتاژ تا بیش از یکصدهزار ولت را نیز تحمل نمایند. دیده می‌شود که هرقدر ولتاژ کنترل‌کننده و نگه‌دارنده بیشتر باشد، انتقال این ولتاژ برای ایجاد میـدان الکتریکی اقتصادی‌تر و بیشتر مقرون بـه‌صرفه خواهد بـود. بنابراین امروزه مـوادی ساخته شده که برای انتقال الکتریسیته تا یک‌میلیون ولت نیز مناسب می‌باشد، و فقط درصورتیکه شدت میدان الکتریکی به‌یک‌میلیون ولت بـر سانتیمتر برسد، دستگاهها از کار خواهند افتاد. این پیشرفت، دلگرم‌کننده می‌باشد.

از لحظه‌ای که سیاه‌چاله در وسط راکتور خود شروع به‌پس دادن گرما و تشعشع انرژی نماید؛ مـا وارد عصر جدیدی می‌شویم که حتی با عصر اتمی تفاوتهای بسیـار چشمگیری خواهد داشت. بسیار ممکن است کـه سیاه‌چاله سریعا "باعث خرابی راکتور خود بشود. طرز ساخت این راکتور باید به‌صورتی باشد که سیاه‌چاله بتواند در مرکز یک کره انرژی قرار گرفتـه و از سایر مواد دور باشد. درغیراین‌صورت، خود سیاه‌چاله بـا قلدری این عمل را انجام داده و بـه‌مرکز انرژی راکتور رفتـه و همه مواد دیگر را از خود، همـراه با ستونهای خروجی انرژی، دور خواهد نمود.

بهترین ماده که در اطراف سیاه‌چاله مصنوعی می‌توان بکار برد درعمل، **نامادە**[1] یـا خلاء خواهد بود، با کمک خلاء مسئله ازبین‌رفتن دستگاه‌ها در اثر ولتاژ بالای الکتریکی تاحدود زیادی حل می‌شود و نیز از شانس بلعیده شدن مواد بیشتر توسط سیاه‌چاله جلوگیری به‌عمل آمده و به‌این‌ترتیب؛ جلوی

---

1. None Material

بزرگتر و سنگین‌تر شدن آن گرفته می‌شود . میدان الکتریکی کــه ازنظر شکل شبیه به‌یک استوانه باشد نیز ، می‌تواند پایداری و مداومت موردلزوم را برای نگاهداری سیاه‌چاله تامین نماید . درهرصورت باید مسائل ایمنی بسیاری‌را دراین‌مورد بــرای جلوگیری از اشکالات احتمالی بکار گرفت ، زیرا از لحظه قطع میــدان و سقوط سیاه‌چاله به‌سوی قعر زمین تا لحظه نابودی همه تمدن و خود کره زمین؛فقط کسر کوچکی از ثانیه به‌طول خواهد انجامید . این سیستم ایمنی می‌تواند حتی تا آنجا پیش برود که ما کلیه سیستم‌های انرژی‌ساز را در یک سفینه فضایی قرار داده وآنرا به‌فواصل بسیار دور از زمین بفرستیم ؛ بطوریکه خرابی دستگاهها قــادر به‌ایجاد فاجعه نباشند . این‌چنین تفکری می‌تواند پایه طراحی موتورهای راکتهای آینده نیز قرار بگیرد .

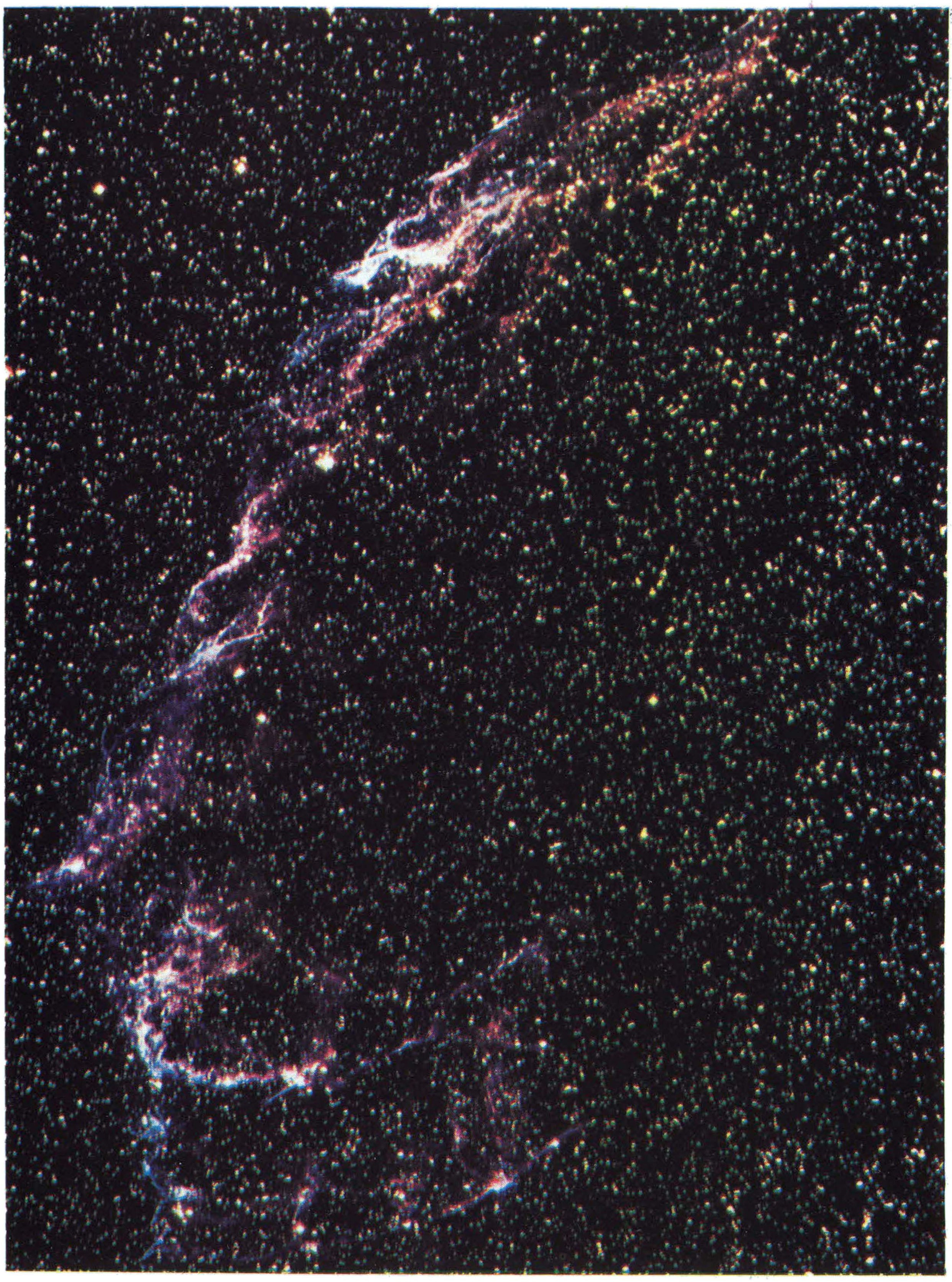
این بسیار مهم و مفید است که ما احتمالات و امکانات دیگری را نیز در مورد سیاه‌چاله درنظر بگیریم ؛ برخورد نزدیک با سیاه‌چاله درنهایت ازنظر عملی شکوفا و بــارور خواهد گردید . ابهامــات سیاه‌چاله درحال‌حاضر و به آنصورت که از خارج دیده می‌شوند، مطلق به‌نظر می‌رسند و ما هرگز نمی‌توانیم بفهمیم کــه در درون آن چه می‌گذرد . حتــی اگر مــا قادر باشیم که کلیه انرژی‌های ممکنه آنــرا از او گرفته و برای زیست خود مصرف نمائیم ؛ هنوز خود او برای ما غائی و نهایت امر است . ما اینک برای گسترش دیدگاهها و امکانات دست‌یابی بشر بــه‌این هیولا ، به‌بحث درباره غیرممکن خواهیم پرداخت . داخل سیاه‌چاله شبیه به‌چیست ؟

توضیح :

۱ــ تصویر شماره ۱ (تابلوی سیاه‌چالــه) اثر پریوش تقی‌زاده گنجی است ، که در سال ۱۹۷۴ م . در آلمان خلق شده .

۲ــ تصاویر شمــاره ۲ الــی ۴ ، مربوطــه به رصدخانه پالومار ، و تصاویر شماره ۵ الی ۸ ، مربوط بــه رصدخانه فلک‌استاف ، و برگــرفتــه از کتــاب The Radiant Universe اثر: Hans Rohr می‌باشد.

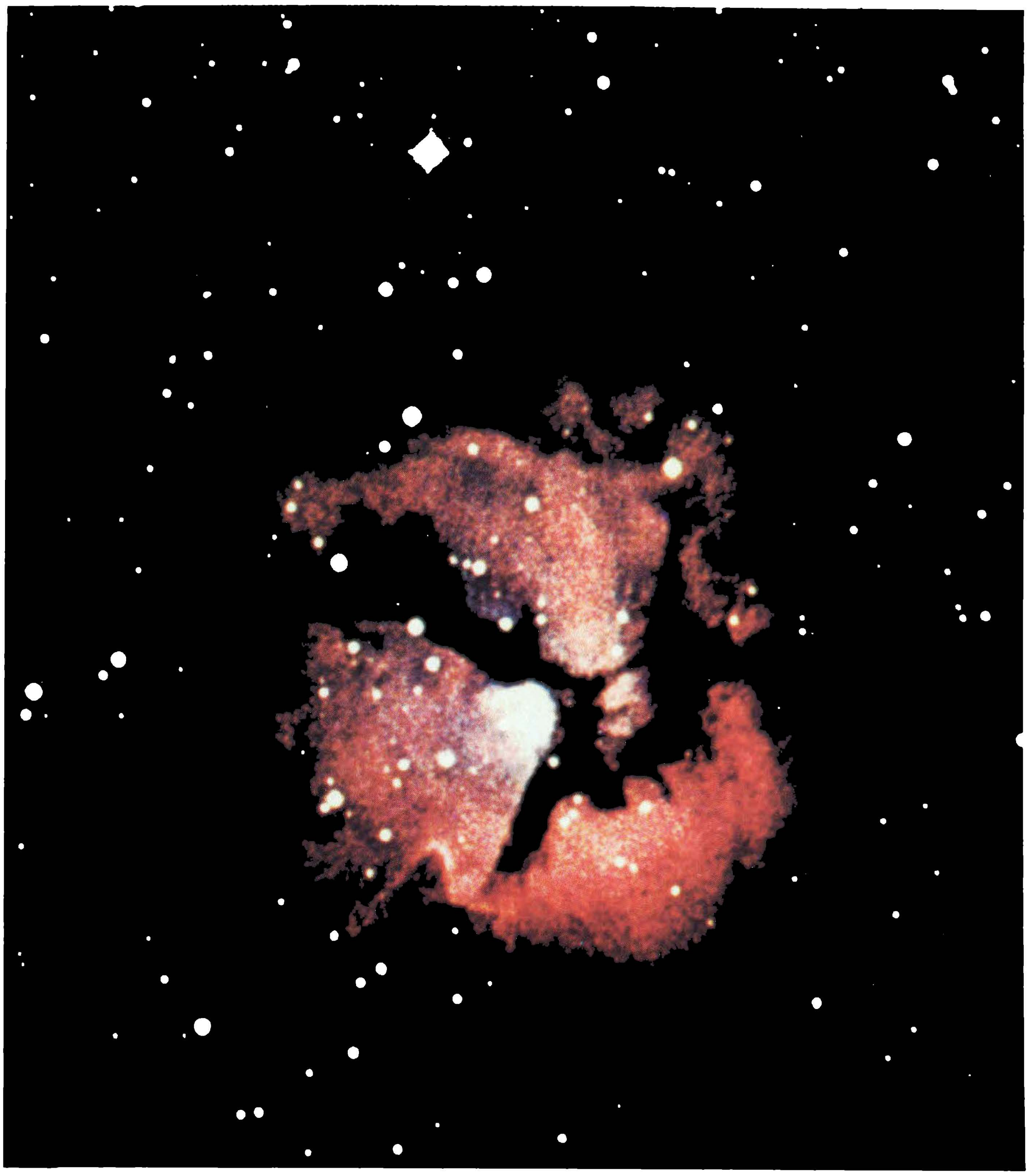
۱ : تابلوی سیاهچاله .



۲ : سحابی ویل ، در صورت فلکی دجاجه .

(NGC4992 £ Veil Nebula)

۳: خوشه پروین ، در صورت فلکی ثور(NGC1432 & The Pleiadas)



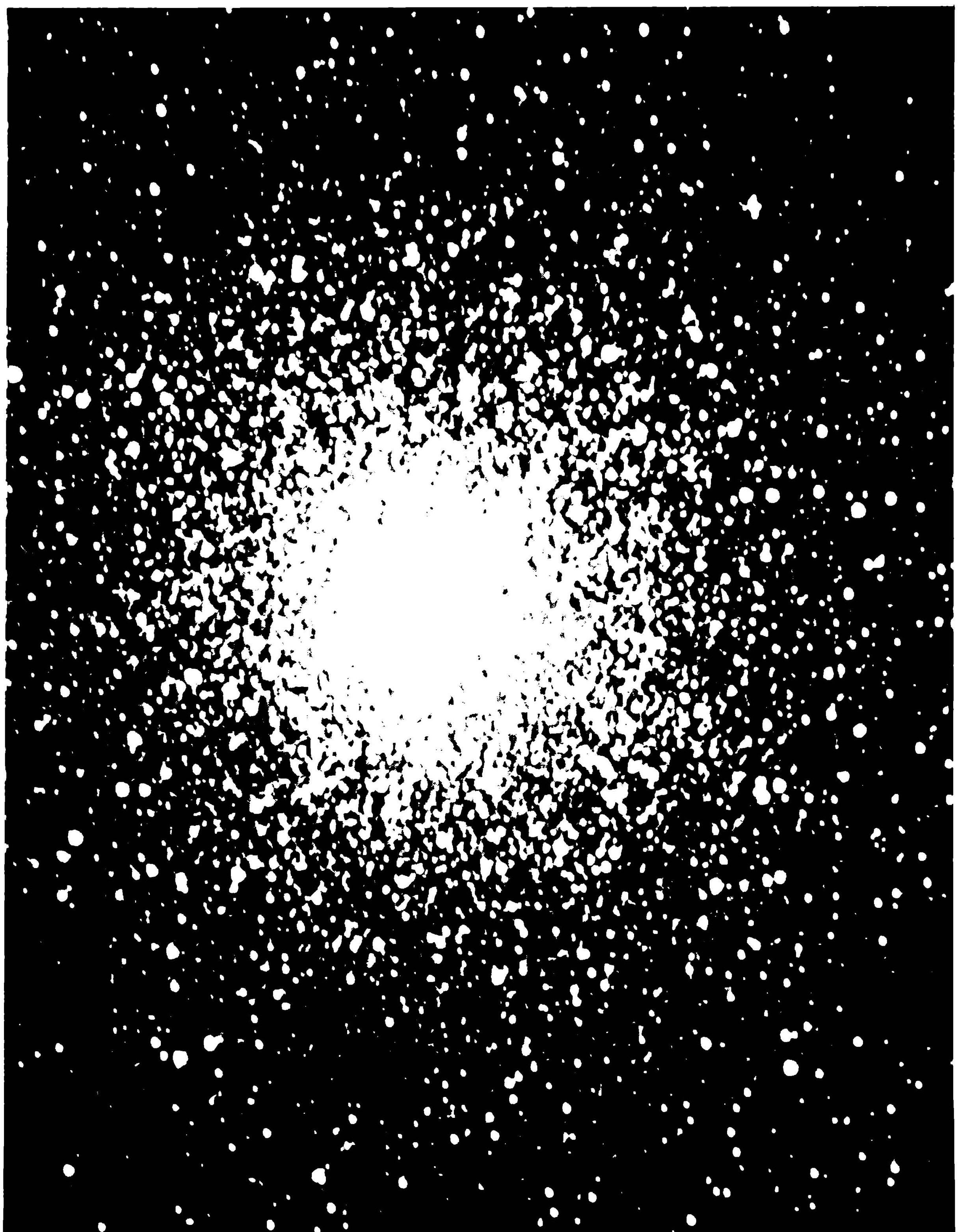
۴ : سحابی سه‌شاخه ، در صورت فلکی قوس

(NGC6514 & Trifid Nebula)

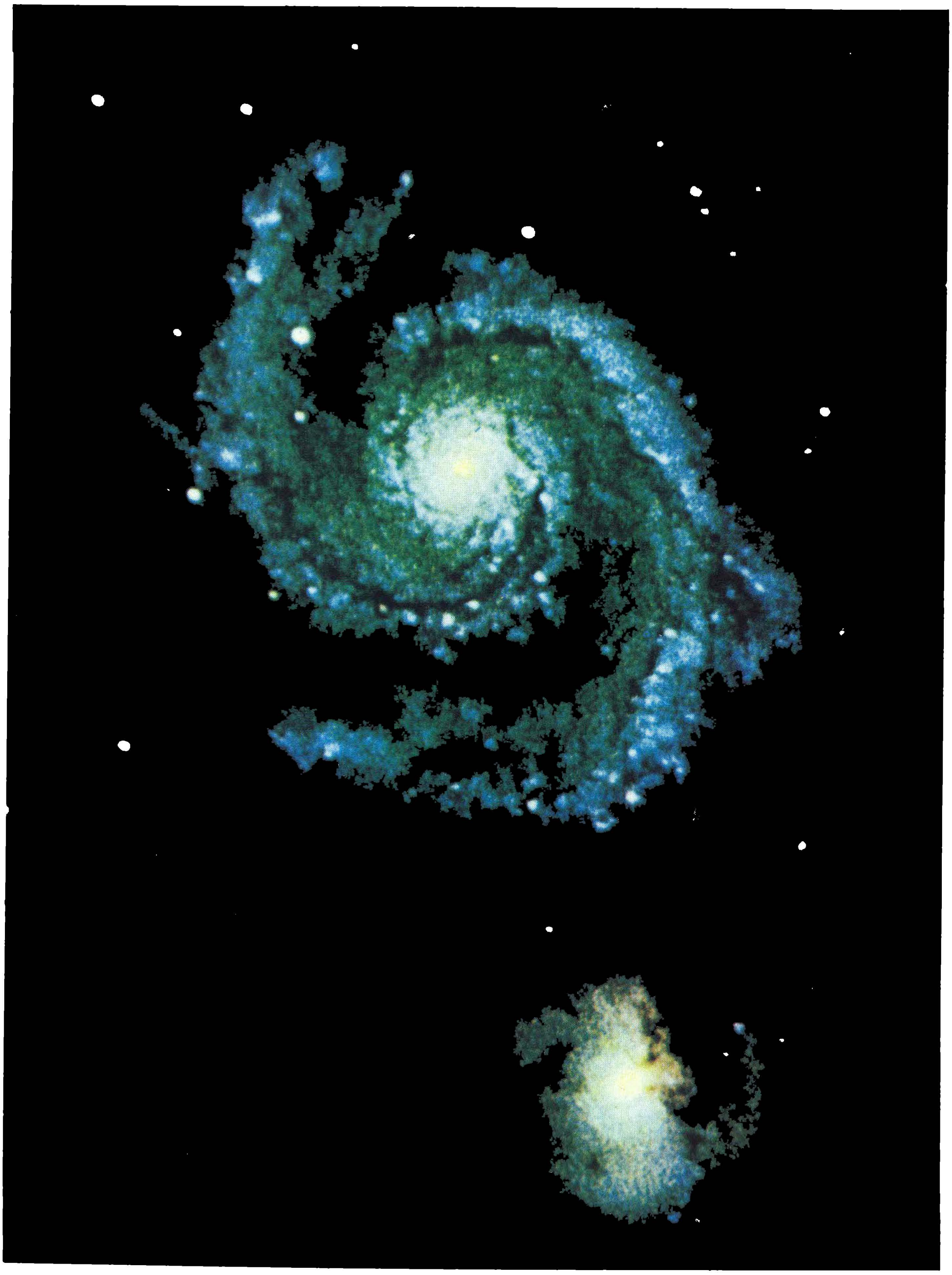
۵ : سحابی خرچنگ، در صورت فلکی ثور

(NGC1952 & Crab Nebula)

۶ : کهکشان مارپیچی ، در صورت فلکی گیسو (NGC4565)



۷ : خوشه کروی، در صورت فلکی برزانونشسته (NGC6205)



۸ : کهکشان مارپیچی M51 ، در صورت فلکی تازی (NGC5194)

فصل پنجم

باما بداخل سیاهچاله بیایید

با ما به‌داخل سیاه‌چاله بیایید

افق اتفاق یک سیاه‌چاله، بواقع مرز "ناشناخته" است. در خارج از سیاه‌چاله دنیای طبیعی زندگی ما قرار دارد، دنیائی که ما می‌توانیم در آن به‌تجربه پرداخته و نسبت به‌آن شناخت بدست آوریم. اما داخل آن، سرزمین مجهولات واقعی است. به‌مجرد اینکه پا به‌داخل افق اتفاق نهادیم، هرگز قادر به‌برقراری ارتباط با ساکنان خارج از این مرز نخواهیم بود. دانشمندان شجاعی که با آزمایشگاههای خود به‌داخل سیاه‌چاله می‌روند، نمی‌توانند به‌هیچ وسیله‌ای ساکنان خارج را از نتیجه آزمایشات و اکتشافات خود مطلع سازند. دراین‌صورت چگونه ممکن است که ما درباره وقایعی که برای آنان رخ می‌دهد، به‌بحث بنشینیم؟

جواب اینست که ما نمی‌توانیم با دقت مطلق درمورد آنان و اتفاقات واقعی که برایشان رخ می‌دهد بحث کنیم؛ اما می‌توانیم برمبنای دانشهای کنونی، احتمالات مختلف را درمورد این دانشمندان شجاع بررسی نمائیم. درهرحال، مقدار اعظم آنچه که تاکنون درباره خورشیدهای فروریخته و منقبض‌شده ازقبیل کوتوله‌های سفید، تپنده‌ها و . . . کشف و بیان گردیده؛ برمبنای تئوری‌های موجود بوده است. دانش تجربی به‌ما آموخته است که این تئوری‌ها در داخل و در همسایگی منظومه شمسی؛ ارزنده و قابل‌اطمینان می‌باشند. اما هنوز هیچ برگه‌ای، دال بر عدم‌اعتبار و کارآیی تئوری‌های علمی در فضاهای خارج از منظومه شمسی، بدست نیامده است. درنتیجه، فعلا" می‌توانیم تا خلاف این تئوری‌ها در فضاهای دور به‌اثبات نرسیده است؛ آنان را مورداستفاده قرار دهیم. و این کاری است که دانشمندان ما،

همواره کرده‌اند . بکارگرفتن تئوری‌های کنونی در یک برد وسیع‌تر ، ما را به پیشرفتهای زیادی نائل می‌سازد . ما تاکنون قادر به‌انجام تجربیات مستقیم درمورد سیاه‌چاله‌ها نبوده‌ایم ، اما می‌توانیم با استفاده از ریاضیات و فیزیک کنونی خود ، از آنچه که در داخل افق اتفاق سیاه‌چاله رخ می‌دهد یک تصویر کلی بدست آوریم . کاربرد تئوریهای موجود درمورد سیاه‌چاله ، می‌تواند تاحدودی پرده از روی جایزه‌ای که بخاطر این سفر شجاعانه به‌داخل سیاه‌چاله دریافت داشته‌ایم کنار بزند . ما نمی‌توانیم به‌معتبربودن عقاید ، تئوری‌های فیزیکی و حتی ریاضیات خود در داخل سیاه‌چاله مطمئن باشیم . اما حداقل کاری که فیزیک و ریاضیات کنونی ما انجام می‌دهند این است که ، نشانه‌های اولیه‌ای از آنچه که باید در انتظارش بود ، بدست می‌دهند .

در مسافرت خود به‌سوی سیاه‌چاله اولین چیزی که تشخیص می‌دهیم این است که ، با نزدیک‌شدن به‌آن ــ به‌مجرد اینکه به‌نظر می‌رسد می‌خواهیم با ستاره منجمد تصادم نماییم ــ ستاره منجمد ناپدید می‌گردد . درواقع ستاره اصلی ، درحال‌حاضر در آنجا وجود ندارد . ستاره اصلی روزگاری آنجا بوده و مقادیری نور از خود منتشر نموده است . اما پس از درهم‌فروریختن و رفتن به‌پشت افق اتفاق ــ به‌علت اینکه هنوز مقادیری اشعه رنگ‌پریده نور در آنجا موجود است ــ به‌نظر می‌رسد کـه ستاره اصلی در آنجا قـرار دارد ؛ اما با نزدیک شدن به‌آن،پی می‌بریم که در آنجا عملا" چیزی قرار ندارد . البته تصویر منجمد ستاره‌ای که به‌نظر می‌رسد اکنون با آن برخورد می‌کنیم بسیار کمرنگ و بی‌رمق است ؛ اما هنوز به‌صورتی است که قابل‌تشخیص می‌باشد .

واقعه فوق،تنها واقعه عجیبی است که برای ما تا قبل از رسیدن به‌افق اتفاق رخ می‌دهد . البته این امر درمورد سیاه‌چاله‌های بزرگ است،زیرا در حوالی ستاره منجمد ، نیروهای جاذبه‌ای زیاد نبوده و چیزی درحدود جاذبه زمین می‌باشند . در اینحالت،حتـی ممکن است تشخیص ندهیم که درحال سقوط به‌سوی سیاه‌چاله هستیم ؛ زیرا حتی یک‌ضربه یا دست‌انداز نیز احساس نخواهیم کرد . پس از عبور ساده از پوسته یکطرفه افق اتفاق ــ که وجود خود را به‌هیچ ترتیبی به‌ما اعلام نمی‌دارد ــ خود را در یک جهان بواقع وارونه خواهیم یافت؛ جهانی دارای پشت و رو . یکی از شگفت‌انگیزترین جهانهایی

که حتی در روءیا نیز به‌تصور ما نمی‌آید .

در ایـن جهان عجیب ، زمان و فضا جای خود را عـوض کرده‌اند . در جهان معمولی ، به‌شرط داشتن انـرژی ، می‌توان آزادانه در کلیه جهات در فضا حرکت کـرد . و اصطلاحا " گفتـه می‌شود که ما کنترل فضـا را در دست داریم ؛ یعنی درمورد فضا هیچگونه محدودیتی درمورد جهت‌های مختلفی که ما برای حرکت خود انتخاب می‌نمائیم وجود ندارد. اما در جهان معمولی ، زمان کاملا "برعکس می‌باشد . زمان بدون‌وقفه به‌جلو می‌شتابد ، و اگرچه ما می‌توانیم در نزدیکی اجسام سنگین حرکت آنرا کمی آهسته‌تر نمائیم؛اما در مورد جهت آن هیچگونه عملی نمی‌توانیم انجام دهیم وزمان همواره به‌جلو می‌شتابد .

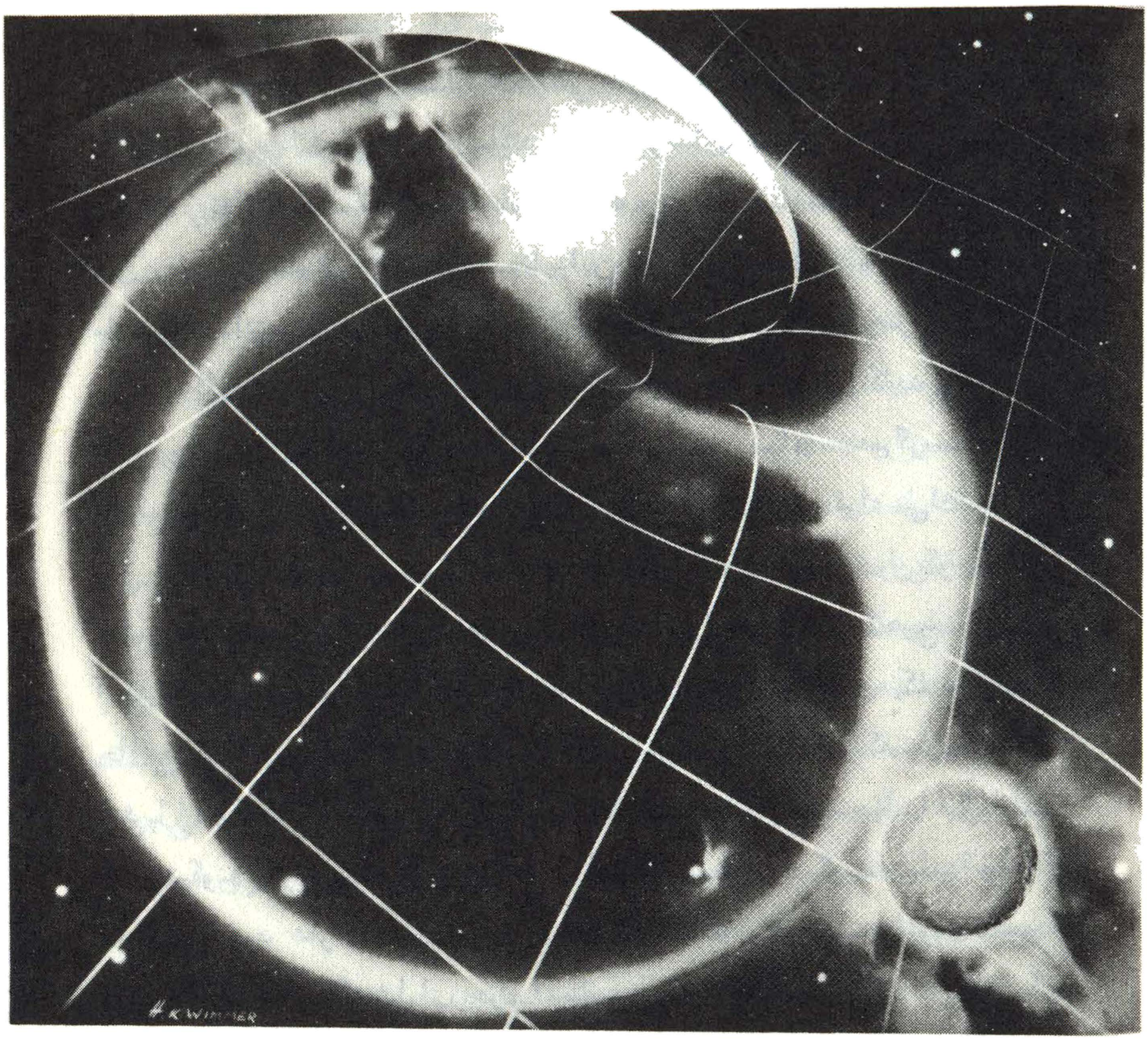
این امـر در داخل افق اتفاق،کامـلا " معکوس می‌گردد . در آنجـا ما هیچگونه کنترلی درمـورد مسافرت خود در فضا نداریم ؛ ما کنترل خود را درمورد فضا ازدست می‌دهیم ، ولی درعوض می‌توانیم در زمان حرکت کنیم . ما بـه‌هر گوشه و کنار زمان که میل داشته باشیم مطابق خواسته قلبـی خود مسافرت می‌کنیم ؛ یعنی حتی می‌توانیم در زمـان به‌سوی عقب نیز برویم . اما سفینه فضائی ما،لاینقطع به‌سوی پائین و مرکز سیاه‌چاله کشیده می‌شود . و با هیچ نیروئی نمی‌توانیم مانع از سقوط و کشش هرچه عمیقتر خود به‌سمت مرکز سیاه‌چاله شویم .

گذران ناگزیر و بی‌وقفه زمان در خارج از افق اتفاق ، تبدیل به‌مسافرت غیرقابل‌فرار به‌مرکز سیاه‌چاله گردیده است . ممکن است این امیدواری به‌ما دست دهد کـه اگر زمان در داخل افق اتفاق از قیـود یکسوکننده‌اش آزاد شود ، شاید مـا قادر باشیم که مسافرت یکطرفه خود را به‌مرکز سیاه‌چاله ــ حداقل تا آنجا که ممکن است ــ به‌تعویق و تاخیر انداخته و تا آنجا که مایل هستیم آنرا طول بدهیم . این درست نیست ، زیرا هرکدام از ما با خود،زمان ویژه متعلق بـه‌خود را حمل می‌نمائیم ، کـه در اینجا آنرا "زمان خصوصی" خواهیم نامید . ما با ساعتی دقیق ، یا دستگاه‌های زمان‌سنج حساس دیگری که به‌همراه خود درهنگام حرکت داریم ، این زمان خصوصی را اندازه‌گیری می‌نمائیم . زمـان خصوصی یکنفر می‌تواند با زمان خصوصی دیگران تفاوت

بسیار داشته باشد ؛ زیرا این زمان به‌متغیرها و عوامل مختلفی بستگی دارد . ازجمله این عوامل به‌عنوان مثال ، دوری و نزدیکی به‌افق اتفاق است . تنها یک ضربه‌ی زمان خصوصی فضانوردی که در نزدیکی افق اتفاق است ؛ با بیلیونها ضربه زمان خصوصی کسی که در فاصله‌های دور قرار گرفته؛ برابر است . ما قبلا" درمورد وابستگی زمان با سرعت حرکت بحث کرده‌ایم . از آنجا که ساعتهای متحرک آهسته‌تر حرکت می‌کنند ، ما متوجه می‌شویم که ساعت شتابدار به‌چه میزان در میدان قوی جاذبه‌ای ؛ آهسته‌تر از ساعتهای دورتر کار می‌کند . روی سطح ستاره منقبض‌شده ، این مقدار دقیقا" قابل محاسبه است .

دقت درباره خواص فیزیکی نوری،که بلافاصله در بالای افق اتفاق سعی در فرار می‌نماید ، به‌درک آهسته شدن زمان در نزدیکی سیاه‌چاله کمک می‌کند . نور و جرم،هردو دارای انرژی می‌باشند . بنابراین،نور در میدانهای جاذبه‌ای تحت‌تاثیر قرار می‌گیرد . نور در مجاورت اجسام سنگین خم می‌شود ، مثلا" اشعه نوری که از نزدیکی خورشید می‌گذرد دارای انحراف است . برای اینکه نور بتواند از نزدیکی یک سیاه‌چاله فرار کند ، باید به سختی تلاش نماید تا نیروهای جاذبه را ــ که او را هرچه بیشتر به‌سوی افق اتفاق مرموز می‌کشاند ــ خنثی نماید . هنگامیکه یک شعاع نور بهرجهت از همسایگی سیاه‌چاله فرار نمود ، این شعاع از زمان آغاز انتشار خود در فضا، مقدار بسیار کمتری انرژی دارد . می‌دانیم که انرژی اشعه نورانی ، متناسب با فرکانس امواج آن است . بنابراین ، نوری که در نزدیکی افق اتفاق از یک منبع نورانی ساطع شود ــ پس از آنکه به‌زحمت توانست از حیطه‌ی اقتدار سیاه‌چاله فرار نماید و به‌دوردست برسد ــ دارای فرکانس بسیارکمتری خواهد بود .

اگر هر ضربه نوری برای به‌راه‌اندازی مکانیزم یک ساعت و اندازه‌گیری زمان بکار رود ؛ گذشت زمان اندازه‌گرفته‌شده توسط نوری که از نزدیکی‌های سیاه‌چاله می‌آید ؛ آهسته‌تر از گذشت زمانی است که در فواصل دورتر قرار دارد . نور، هرگز قادر به‌فرار از داخل افق اتفاق نیست . بنابراین ، مربوط ساختن زمانهائی که در داخل و خارج از افق اتفاق می‌گذرند بسیار مشکل



سیاهچاله و خطوط جهانی (نقاشی از وایمر).

خواهد بود .

اندازه‌گیری مجموع زمـان خصوصی لازم برای رسیدن به‌مرکز سیاه‌چاله از افق اتفاق، انجام‌پذیر می‌باشد . و این زمـان ، مقدار مشخصی است که طبیعتا " به‌اندازه سیاه‌چاله بستگـی دارد . هرقدر سیاه‌چاله بزرگتر باشد ، این زمـان بیشتر خواهد بـود . بنابراین،اگر مـا درحال سقوط به‌سوی مرکز سیاه‌چاله باشیم ، پس‌از طی مقـدار مشخصی از زمان ، مـا به‌مرکز خواهیم رسید . کلیه علائم و امواجی که ما به‌سوی خارج بفرستیم ؛ و کلیه راکتهائی که درحال سقوط خود به‌سوی خارج پرتاب نمائیم ؛ تماما " به‌مرکز سیاه‌چاله جذب گردیده و مانند خود ما به‌خط مستقیم به‌سوی مرکز به‌راه می‌افتند .

عاقلانه است که بپرسیم ، آن چه عاملی است که ما را بدون کوچکترین شانس فرار به‌سوی مرکز ستاره منقبض‌شده می‌کشاند ؟ چرا در آنجا هیچ نیروئی ، آنقدر قوی کـه به‌ما اجازه فرار بدهد،وجود ندارد ؟ چرا برای یک ستاره در حال فروریختن هیچ شانسی نیست که این انقباض، پیش‌از آنکه ستاره عملا " تبدیل به‌یک نقطه بشود ، در جائی متوقف گردد ؟ درواقع جواب این است که ، هرگونه نیروئی که بخواهد جلوی انقباض بیشتر را بگیرد ، باید حتما " در درون خود دارای انرژی برای این عملکرد باشد . این منبع انرژی، خود به‌مثابه یک شیئی که دارای جرم است عمل خواهد نمود . این امر به‌دلیل برابری جرم و انرژی می‌باشد، انرژی یا جرم فوق‌الذکر، خود میدان جاذبه‌ئی بیشتری به‌وجود می‌آورد که این عمل به‌نوبه خود انقباض‌را سرعت می‌بخشد . باید توجه داشت که کلیه این بحث‌ها درحد فروریختن وحشیانه سیاه‌چاله و سرعتهای نزدیک به‌سرعت نور است وگرنه در جهان عادی، منابع معمولی انرژی، جلوی فروریختن بسیاری از اجرام و ازجمله کره زمین را می‌گیرند . باری، هرچه میزان انرژی که می‌خواهد جلوی انقباض‌را بگیرد بزرگتر باشد ، میدان جاذبه‌ای تولیدشده‌اش بزرگتر شده و درنتیجه باعث فشردگی بیشتر می‌شود . فرار از این واقعه ناممکن است و همواره فروریزش‌جرم ادامه خواهد داشت تا به‌ایجاد جرم نقطه‌ای منجر شود ، و مهم نیست که ما چقدر برای جلوگیری از این مسئله کوشش نمائیم .

به‌مجرد اینکه ما در داخل سیاه‌چاله قرار گرفتیم ، احتراز از سرنوشت

بلعیده شدن کامل ناممکن است . حتی نمی‌توان آنرا بیشتر از یک زمان مشخصی به‌تعویق انداخت . برای یک سیاه‌چاله کوچک ، که مثلا" دوبرابر خورشید جرم داشته باشد ، زمانی که برای رسیدن به‌مرکز لازم است کوتاه می‌باشد . محاسبات نشان می‌دهد که زمان سقوط از لبه افق اتفاق تا مرکز سیاه‌چاله،درحدود یک‌پنجاه‌هزارم ثانیه ($\frac{1}{50000}$) خواهد بود . البته ما تا آن‌موقع خواهیم مرد ، زیرا به‌دلیل وجود نیروهای قوی جاذبه‌ای که از لحظه ورود به‌افق اتفاق شروع به‌عمل روی ما می‌نمایند ؛ ما قطعه‌قطعه شده و قطعات مجزای ما،خود درنهایت فشردگی به‌سوی مرکز حرکت می‌نمایند . در صورتی‌که یک سیاه‌چاله بزرگتر را مورد مطالعه قرار دهیم ؛ زمانی که برای طی مسافت افق اتفاق تا مرکز سیاه‌چاله لازم است به‌ارقام بزرگتری می‌رسد . برای سیاه‌چاله‌ای که یک‌میلیون بار از وزن خورشید ما سنگین‌تر باشد ؛ این زمان به‌مرز ده‌ثانیه (۱۰) می‌رسد . برای سیاه‌چاله‌ای که یک‌بیلیون‌بار سنگین‌تر از خورشید ما باشد ؛ این زمان به‌سه‌ساعت بالغ می‌گردد . تنها درصورتیکه سیاه‌چاله ازنظر جرم به‌بزرگی تمامی کهکشان ما باشد ؛ ما زمان کافی برای انجام آزمایشات خود خواهیم داشت . اما این زمان ، هنوز چیزی درحدود دوهفته خواهد بود .

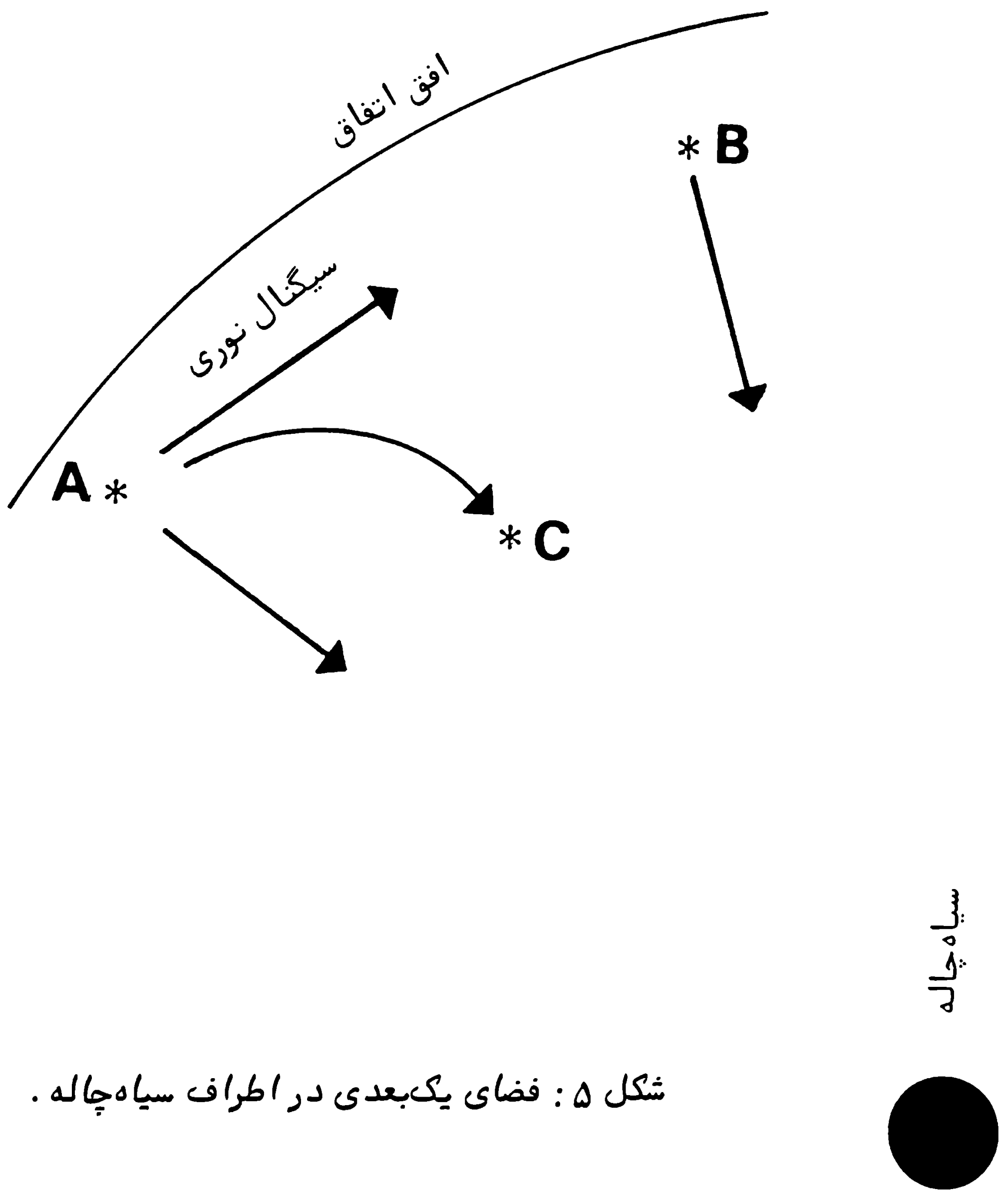
مقایسه ابعاد کهکشان ما،در دوحالت عادی و سیاه‌چاله ، جالب خواهد بود . در وضعیت کنونی ، نور با سرعت بسیار زیاد خود عرض کهکشان ما را در شصت‌هزار سال و طول آنرا در دویست‌هزار سال می‌پیماید . اما اگر این کهکشان تبدیل به‌سیاه‌چاله گردد ، این سفر از لبه افق اتفاق تا مرکز کهکشان سیاه فقط دوهفته به‌طول خواهد انجامید ؛ این مقایسه مناسبی است که درهم‌فشردگی سیاه‌چاله را به‌خوبی نشان می‌دهد .

باید به‌خاطر داشت "زمانی "که ما آنرا تجربه می‌نامیم ، هرکجا که باشیم ، چه اینجا یعنی روی کره زمین یا درحال سقوط مرگ به‌داخل سیاه‌چاله ؛ برای ما زمان خصوصی می‌باشد . "زمانی " که توسط ساعت مچی‌مان اندازه‌گیری می‌گردد . لازم است که در گفتگو از زمان ، نوع آنرا مشخص نمائیم وگرنه صحیح نیست که از "زمان" صحبت نمائیم بدون آنکه اشاره‌ئی کنیم که این زمان چگونه اندازه‌گیری شده است . این دقت در تعیین و تعریف زمان ، به

ویژه در درون سیاه‌چاله ــ محلی که فضا و زمان جاهای سنتی خود را تعویض می‌کنند ــ بسیار ضروری است . تصور اینکه زمان در داخل افق اتفاق به‌همان ترتیب عمل می‌کند کـه در بیرون آن ، کاملا" اشتباه است . اگر ما درحین سقوط خود به‌سوی افق اتفاق قادر به‌دیدن ساعتهائی که در دوردست قرار دارند می‌شدیم ؛ می‌دیدیم کـه هرچه ما به‌افق اتفاق نزدیکتر می‌شویم آن ساعتها سریعتر می‌چرخند ؛ تـا جائیکه ما قادر به‌دیدن عقربه‌ها نخواهیم بود ؛ زیرا بـا سرعتی بسیار زیاد حول محور خود خواهند چرخید . اما به مجرد ورود ما به‌افق اتفاق ، قضیه بسیار عجیب‌تری رخ خواهد داد . ساعتها بسیار آهسته‌تر خواهند شد و به‌نظر می‌رسد که ما داریم در زمان به‌سوی عقب می‌رویم ؛ چنین اتفاق غریبی که ما سعی می‌کنیم آنرا توضیح دهیم ؛ بستگی به‌سه عامل فضا ، زمان و سرعت ما دارد .

برای اینکه احساس‌عادی خود را از زمان بازیابیم ، باید به‌تعریف "زمان خصوصی " بازگردیم . این زمان خصوصی ، وضعیت لحظه‌ای ما را در نزدیکی سیاه‌چاله برای مـا بازمی‌گوید . برای درک آنچه کـه در نزدیکی سیاه‌چاله می‌گذرد ؛ ناگزیر به‌دانستن چگونگی کند شدن زمان در تئوری نسبیت و در نزدیکی اجرام عادی هستیم . در نسبیت ، دو عامل سرعت،رسیدن علائم و همزبانی ناممکن وقایع ، عوامل تعیین‌کننده زمـان می‌باشند . از آنجا که چیزی بنام زمـان مطلق وجود ندارد ، اینشتین این امر را با معرفی فضا ــ زمان (جایگاه) حل نمود .

همچنان‌که درحال سقوط به‌سوی مرکز سیاه‌چاله هستیم ، می‌توانیم یک پدیده بسیارجالب را مشاهده نمائیم . ما می‌توانیم به‌سفینه‌های فضائی که در جلوی ما قرار دارند علائم اطلاعاتی بفرستیم ، اما آنان قادر به‌جواب گفتن به‌ما نیستند . نکته جالب دیگر اینکه ، آنان می‌توانند ما را ببینند ولی ما نه‌تنها قـادر به‌مشاهده آنان نیستیم ؛ بلکه هیچ وسیله‌ی دیگری هم برای تشخیص موقعیت آنـان دراختیار نداریم . مـا قادر بـه‌برقراری ارتبـاط‌با سفینه‌هائی که مسافرت خود را بعد از ما شروع کرده‌اند نیز ؛ نمی‌باشیم . این، یکی از خواص پوسته یکطرفه محاصره‌کننده سیاه‌چاله است . حتـی اگر هردو سفینه فضائی بتوانند پهلوبه‌پهلوی یکدیگر حرکت نمایند ؛ دراینحالت نیز



شکل ۵ : فضای یک‌بعدی در اطراف سیاه‌چاله .

قادر بــه‌برقراری ارتباط نخواهند بود . این امر، بــا توجه به‌انحراف شدید علائم توجیه می‌گردد .

شعاع نوری کــه از A به‌سوی B در مسافرت عمودی خود به‌سوی سیاه‌چاله پرتاب می‌شود ، به‌مجرد خروج از تولیدکننده انرژی (یا تولیدکننده سیگنال) تمامی انــرژی خود را ازدست داده و سریعا" و بطور موازی با مسیر A و B به سوی مرکز سیاه‌چاله بــه‌راه می‌افتد . گرفتن این علامت نــوری توسط سفینه فضائی C در جلو نیز کمکی به‌امر مفهوم گردیدن پیام نمی‌کند ، مگر آنکه در سفینه C آمپلی‌فایرهای بسیار قــوی ـ برای گرفتن علائم انرژی ازدست‌داده

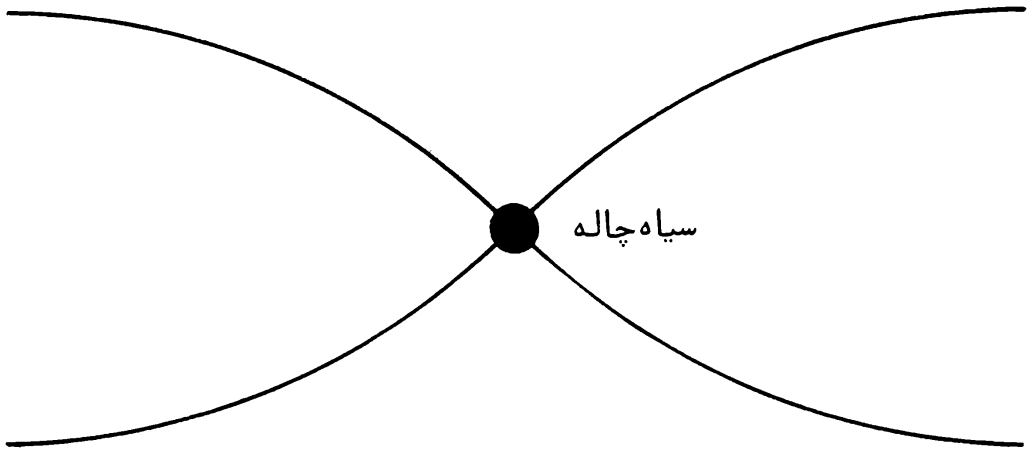
شده ــ تعبیه گردیده باشد .

طبیعت واقعی دنیای درونی افق اتفاق ، می‌تواند حتی از آنچه که توضیح داده شد نیز عجیب‌تر باشد. درهم پاشیدگی عظیم و شگفت‌آور فضا، می‌تواند آنقدر پیشرفته باشد که نوعی تونل برای دستیابی به‌جهان‌های دیگر درست نماید . در دنیای درون افق اتفاق، زمان و فضا هردو با آنچه که ما درعمل آنرا می‌شناسیم تفاوت بسیار دارد . این تونل یا پل به‌جهانهای دیگر ، برای ستاره‌های منقبض‌شده معمولی به‌وجود نمی‌آیند . وجود این گذرگاه ، حالت خاص معادلات تئوری نسبیت عام اینشتین می‌باشد؛که برای اولین‌بار در سال ۱۹۱۷ م . ــ چندماه پس از فورموله شدن تئوری اینشتین ــ به‌وسیله شوارس چیلد بدست آمــد . راه‌حل شوارس چیلد،دارای نکتــه بویژه جالب‌توجه‌ای است ؛ زیرا دربرگیرنده اولین نشانه‌های وجود سیاه‌چاله است . در نظریه‌ی شوارس چیلد ، خمیدگی فضا را می‌توان با دقت بسیار زیاد نشان داد .

این امر برای **زمین‌تخت‌ها**[1]، یعنی موجودات دوبعدی که دارای طول و عرض بــوده ولی ضخامت ندارند ، به‌بهترین وجهی توضیح داده می‌شود . عملا" جهان ، در فواصل بسیار دور از مرکز سیاه‌چاله شوارس چیلد ، تخت خواهد بود . هرچه که "زمین‌تخت‌ها " به‌سیاه‌چاله نزدیکتر می‌شوند ، به‌نظر می‌رسد که آنان کوچک و کوچکتر شده و دارای انحناء بیشتری می‌گردند . مثل اینکه ، از دهانه‌ای قیف‌مانند وارد مکان منحنی‌تری می‌شوند . در این حالت فضا خمیده‌تر شده تا آنکه به‌قیف جدید ، یعنی تونل سابق‌الذکر ، با خمیدگی دیگری در داخل سیاه‌چاله می‌رسند . آنچه که پس‌از آن حالت در معادلات شوارس چیلد رخ می‌دهد، بیشتر شبیه به‌یک معماست تا واقعیت ملموس علمی . پس از گذشتن از مرکز سیاه‌چاله،کم‌کم خمیدگی فضا ازبین می‌رود ، تا آنجا که مجددا" فضا صاف شده و دوگانگی جهان واحد ــ که دراثر خمیدگی‌های ناشی از جاذبه خودنمائی نموده بود ــ رخ خواهد داد . این اثر را تاحدودی می‌توان شبیه به‌چرخش جهان در اطراف **نوار موبیوس**[2] دانست .

گرهی کــه سیاه‌چاله در وسط نوار صاف جهان هستی ایجاد می‌نماید ؛

1.Flat Lander 2.Mobius Strip



شکل ۶: تخریب فضا، به‌دلیل وجود سیاه‌چاله.

برخی از دانشمندان را بقدری پریشان و مضطرب ساخته بود که اخیرا" چند نفر از ایشان پیشنهاد کرده‌اند که این دو جهان ــ در هنگامی که مجددا" صاف شده‌اند ــ در فواصل بسیار دور از مرکز به‌یکدیگر ملحق می‌گردند. آیا واقعا" چنین پلی برای اتصال این دوجهان وجود دارد؟

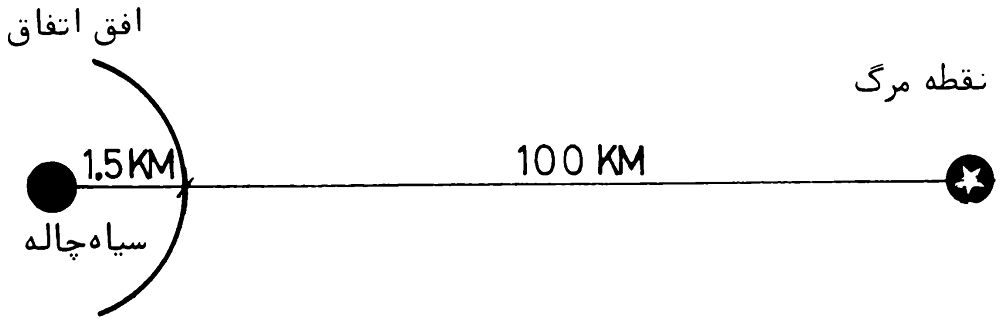
چنین جهان دوقلوئی تاکنون هرگز دیده نشده است، و ما انتظار نداریم که به‌سادگی بتوانیم آنرا بیابیم. زیرا رفتن از یک جهان به‌جهان دیگر از داخل تونل یا گلوگاه سیاه‌چاله، بدون اینکه در اثر میدان جاذبه فوق‌العاده قوی آنجا خرد شویم، مستلزم این است که با سرعت بیش‌از سرعت نور بتوانیم از آنجا فرار کنیم. برتری سرعت نور نسبت به‌کلیه سرعتهای دیگر، قاعده‌ای است که حتی در درون سیاه‌چاله نیز معتبر می‌باشد. بنابراین، امکان دارد که ما هرگز درباره جهان دیگری که رویه دیگر جهان خود محسوب می‌گردد، چیزی درنیابیم. این جهان دیگر، جهانی است که توسط توضیحات راه‌حل شوارس چیلد بدست آمده است. آیا جهان کنونی ما در داخل یک سیاه‌چاله است؟

توپولوژی[1] سیاه‌چاله ، توجه مشتاقانه ما را جلب نموده و کنجکاوی ما را برانگیخته است . بی‌تردید ، قلب ما همیشه برای سرنوشت بشر در مواجهه بـا سیاه‌چاله و رسیدن بـه‌مرکز آن خواهد تپیـد . هرچه به‌مرکز سیاه‌چاله نزدیکتر می‌شویم ، نیروی جاذبه عمل‌کننده روی ما بیشتر و بیشتر می‌شود ، تا جائیکه در مرکز بـه‌بینهایت می‌رسد . ما فقط درمقابل مقـدار معینی از جاذبه می‌توانیم طاقت بیاوریم و پس ا ن خواهیم مرد . ما باید خود را برای مرگ در یک زمان کوتاه،آماده سازیم . به‌سبب دانستن این واقعیت که این مرگ اجتناب‌ناپذیر می‌باشد ، ممکن است تصمیم بگیریم که درباره آن نگرانی زیادی به‌خود راه ندهیم ، بلکه زمان کوچکی را که برایمان باقی مانده است در راه شناخت هرچه بهتر و بیشتر چگونگی پایان یافتن خویش به‌عنوان موجود زنده ، بکار بریم . انسانها بطور طبیعی بـه‌مرگ می‌اندیشند ، اگرچه تصور مرگ ناخوشایند است،اما اندیشیدن به‌مرگ برای یافتن راه‌های مبارزه با آن ضروری است . انسـان می‌خواهد بداند،که چه‌هنگام و چگونه خواهد مرد .

نیروهائی که در داخل سیاه‌چاله به‌بدن فضانورد وارد می‌شود ، نیروهای کششی است که در آخر امر باعث نابودی او خواهد شد . اگر سقوط فضانورد با پا باشد ، اولین نیروهای بزرگ به‌پاهایش وارد می‌شود و به‌سر او که از مرکز دورتر قرار دارد،نیروهای کمتری وارد می‌گردد . هرچه به‌مرکز نزدیکتر می‌شود، این نیروها بزرگتر می‌گردند و اختلاف نیروهای وارده به‌سر و پا نیز، بیشتر می‌گردند . ایـن اختلاف نیروست که باعث کشته شدن فضانورد می‌گردد ، زیرا بدن او را آنقدر می‌کشد تا طول آنرا بسیار زیاد نماید . درهمین‌حال، به‌خاطر فشردگی موجود ، حجم فضانورد مرتبا" کـم می‌گردد . البته،مرگ فضانورد از جهات مختلف قابل‌محاسبه است . می‌توان حساب نمود که در چه فاصله‌ای از سیاه‌چاله، ازدیاد طول باعث شکستگی استخوانها و پارگی عضلات می‌گردند . همچنین می‌توان حساب نمود که در چه فاصله‌ای،انقباض حجم ، او را به‌شدت درهم می‌فشرد . یک فضانورد معمولی با وزن متوسط و

---

1. Topology



شکل ۷ : فاصله نیروی بحرانی در اطراف سیاه‌چاله کوچک .

استخوانها و عضلاتی که دارای قدرت معمولی می‌باشد ، در فاصله یکصد کیلومتری سیاه‌چاله‌ای که به‌اندازه خورشید است کشته خواهد شد . درحالیکه هنوز مقدار زیادی با افق اتفاق فاصله دارد ؛ زیرا افق اتفاق با سیاه‌چاله فقط یک‌ونیم کیلومتر فاصله دارد .

اگر او بخواهد زنده داخل افق اتفاق بشود باید یک سیاه‌چاله ، یکهزار بار سنگین‌تر از خورشید را انتخاب کند . درمورد ورود به‌سیاه‌چاله‌ای که یک‌میلیون بار سنگین‌تر از خورشید باشد ، او می‌تواند پیش از آنکه کشته و مکیده گردد ، تاحدود یکصد بار از افق اتفاق به‌سیاه‌چاله نزدیکتر گردد . درمورد یک سیاه‌چاله به‌بزرگی کهکشان راه شیری؛ او پیش‌از مرگ تا یک‌میلیون بار بیشتر از افق اتفاق می‌تواند به‌مرکز نزدیک شود . در دو مورد اخیرالذکر ، نیروهائی که در افق اتفاق به‌او اعمال می‌شود بسیار ضعیف می‌باشد . اما تعجب اینجاست که هنوز به‌مجرد ورود به‌افق اتفاق ، قادر به‌خروج از آن نخواهد بود . علت این امر ، سرعت فوق‌العاده زیاد جذب او به‌سوی مرکز است .

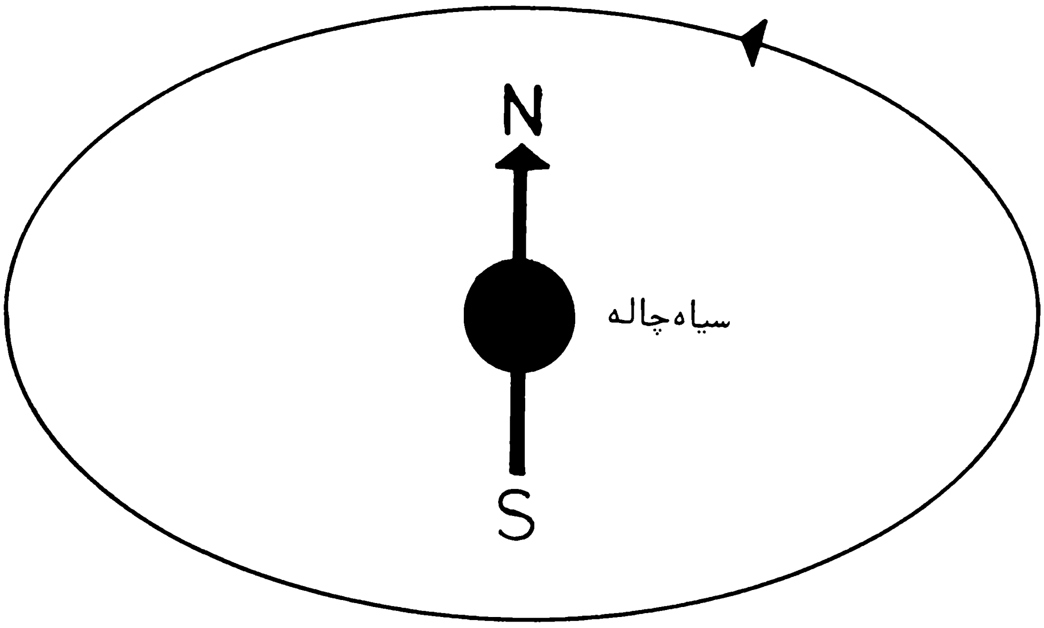
این مقادیر نشان می‌دهد که سیاه‌چاله‌هائی که تا یکصدبار بزرگتر از خورشید خود ما می‌باشند ، نیروهای کششی ناراحت‌کننده‌ای به‌هر مسافر

فضائی که از نزدیکشان عبور می‌نماید ـ حتی پیش از آنکه وارد افق اتفاق شود ـ وارد می‌نمایند. این‌چنین سیاه‌چاله‌ها خیلی خطرناک نمی‌باشند. اگر موتورهای سفینه به‌خوبی کار کند، خیلی زودتر از آنکه سیاه‌چاله بتواند سفینه را ببلعد، سفینه از وجود سیاه‌چاله آگاه شده و از آن خواهد گریخت. این سیاه‌چاله‌های بزرگ هستند که بواقع خطرناک می‌باشند. زیرا درمورد اینها، زنگهای خطر، یعنی علائم هشداردهنده و نیروهای قوی کششی به‌صدا درنمی‌آیند؛ مگر تا هنگامی که فضانورد مقادیر معتنابهی در داخل افق اتفاق پیش رفته باشد. اگر سیاه‌چاله‌ها شباهت‌هائی با شبه‌ستاره‌ها داشته باشند؛ که مقادیر زیادی انرژی از اشیائی که می‌بلعند ساطع می‌نمایند؛ دراینصورت شناخت آنان به‌سادگی انجام می‌پذیرد. اما درهرصورت، فضانورد آینده باید شدیداً " مراقب سیاه‌چاله‌های فضائی باشد؛ زیرا نکته مهم درمورد سیاه‌چاله‌ها، سیاه بودن واقعی آنها است. به‌این‌معنی که هیچگونه اطلاعات نوری از آنان نمی‌توان بدست آورد؛ بلکه فقط اطلاعات جاذبه‌ای هستند که وجود آنان را در نقطه مشخصی از فضا اعلام می‌دارند.

مشاهدات فضانوردی که به‌داخل سیاه‌چاله چرخشی سقوط می‌نماید؛ به‌مراتب عجیب‌تر از فضانوردی است که به‌داخل سیاه‌چاله عادی مسافرت می‌کند. درمقایسه با اتفاقاتی که درمورد سیاه‌چاله چرخشی رخ می‌دهد؛ حالت قبلی طبیعی به‌نظر می‌رسد. این فضانورد در اثر نیروهای حالت قبلی، کشته نخواهد شد. باید اضافه کنیم که اگر محور چرخش را درمورد سیاه‌چاله‌های چرخشی شمال به‌جنوب درنظر بگیریم (شبیه به‌کراتی مثل زمین)، تنها، فضانوردی در اثر نیروهای عظیم کششی کشته خواهد شد که از روی صفحه استوائی داخل شده باشد. البته اگر سیاه‌چاله دارای بارهای الکتریکی باشد، حتی چنین فضانوردی نیز کشته نمی‌شود.

فقط نور، آنهم نوری که درجهت صفحه استوائی تابیده شده باشد، می‌تواند در حالات سیاه‌چاله‌های چرخشی ـ با ویا بدون بار الکتریکی ـ به‌درک نیروهای عظیم کششی ناشی از جاذبه نائل گردد؛ نیروهائی که مرکز تجمع آنان را نقطه تجمع (یا **سینگولاریتی**[1]) می‌نامیم. نقطه تجمع، نقطه‌ای

1. Singularity

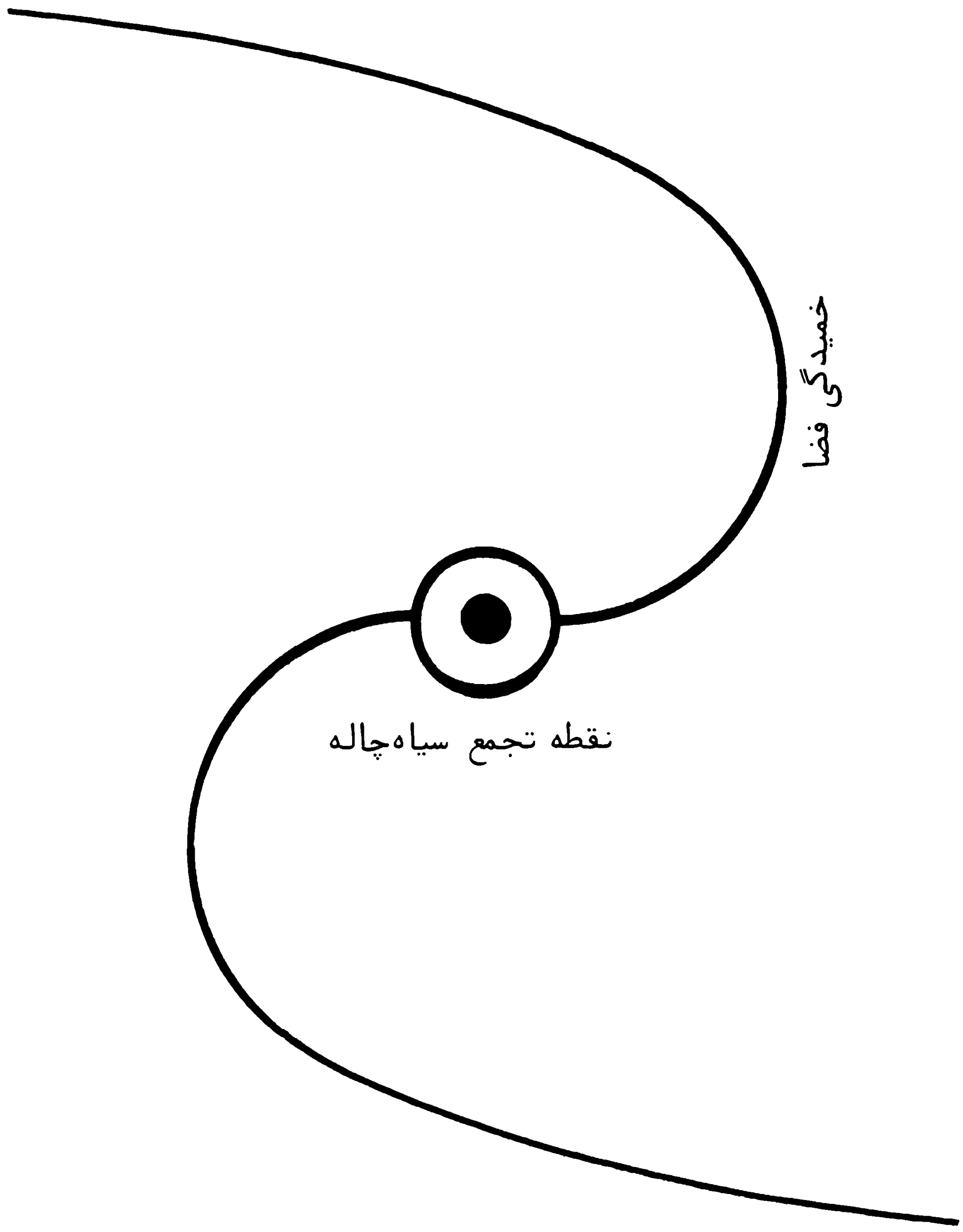


شکل ۸ : صفحهٔ استوایی در سیاه‌چاله‌های چرخشی .

است که در آن خمیدگی فضا و زمان ــ یکی یا هردو ــ درحد ماکزیمم بوده و در طرفین آن، این خمیدگی کمتر باشد . به‌حسب مورد که فضا یا زمان به ماکزیمم خمیدگی خود برسد ، نقطه تجمع ، فضائی یا زمانی می‌گردد .

در محل صاف فضائی (یا زمانی) ، نقطه تجمع مانند یک گره درمیان یک ریسمان عمل می‌نماید. درمورد سیاه‌چاله غیرچرخشی و بدون بار الکتریکی، نقطه تجمع فضایی و زمانی در مرکز سیاه‌چاله قرار داشته و بر یکدیگر منطبق هستند .

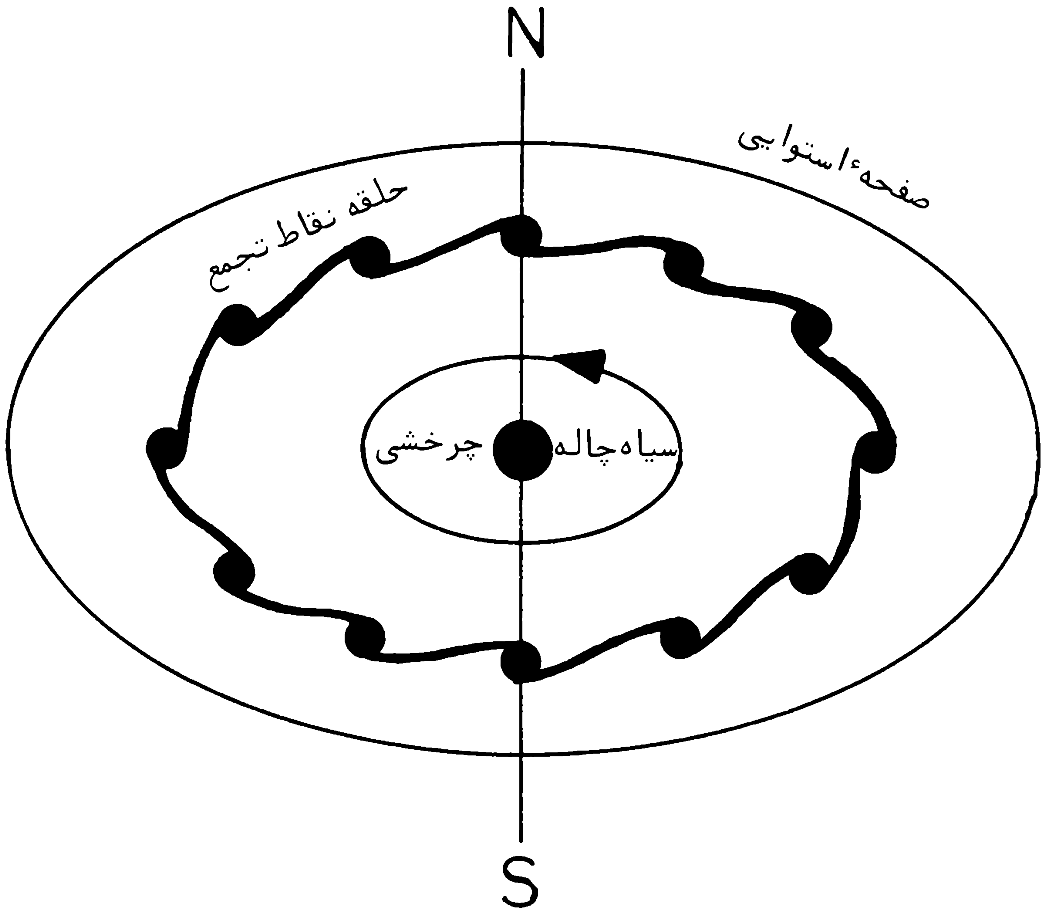
همانگونه که قبلا" اشاره شد ، قوانین سیاه‌چاله‌های چرخشی برای فضانورد شجاع ما، خوابهایی پریشانتر از مرگ تدارک دیده است . درمورد سیاه‌چاله غیرچرخشی، دیدیم که فضا و زمان جای خود را عوض نموده و پس



شکل ۹ : نقطه تجمع (سینگولاریتی) .

از عبور از مرکز سیاه‌چاله ــ پس از طی یک دوره کوتاه **بینابینی**[1] ــ وارد جهان دیگری می‌شویم ؛ که در آن جهان احتمالاً " فضا و زمان مجدداً " جای خود را تعویض می‌نمایند . درمورد سیاه‌چاله‌های چرخشی ــ با ویا بدون

1.No Man's Land



شکل ۱۰ : حلقه نقاط تجمع ، در اطراف سیاه‌چاله چرخشی .

بارهای الکتریکی ــ نقاط تجمع ، خود یک حلقه در صفحه استوائی تشکیل می‌دهند .

در ریاضیات پس از شوارس چیلد ، این حلقه تجمع باعث بوجودآمدن خواص اضافه‌تری در سیاه‌چاله می‌گردد . سرنوشت فضانوردی که از روی صفحه استوائی یک سیاه‌چاله چرخشی غیرالکتریکی به‌آن نزدیک می‌شود؛ معلوم است .

او درنهایت امر ، با نزدیک شدن به‌حلقه تجمع ، در اثر وجود نیروهای بی‌نهایت زیاد جاذبه‌ای به‌قتل خواهد رسید . البته مقدار مشخصی از زمان

خصوصی خود او ، تا رسیدن به‌این سرنوشت محتوم به‌طول خواهد انجامید . اما ورود به‌این سیاه‌چاله از هر زاویه دیگر ، یا حتی از همین زاویه به‌شرطی که سیاه‌چاله دارای بار الکتریکی نیز باشد ، فضانورد را با سرنوشت دیگری مواجه می‌سازد . او فورا" نمی‌میرد ، مگر آنکه سیاه‌چاله کوچکتر از یکهزار برابر خورشید باشد . که دراینصورت نیروهای کششی در افق اتفاق بسیار زیاد می‌باشد ، نیروهائی که درنهایت باعث مرگ او و نابودی سفینه‌اش خواهند گردید .

متاسفانه،اکثریت سیاه‌چاله‌هایی که ما انتظار کشف آنان را داریم،ازنظر اندازه درهمین‌حد می‌باشند. بنابراین،فضانورد دستگیرشده درسیاه‌چاله‌های چرخشی متوسط ــ یعنی کمتر از هزار برابر خورشید ــ حتی پیش از اینکه به افق اتفاق برسد،کشته خواهد شد . این امر،شبیه به‌حالت غیرچرخشی است . حال بیائید یک سیاه‌چاله بسیار بزرگتر ، مثلا" به‌اندازه یک کهکشان معمولی ، را درنظر گرفته آن را موردمطالعه قرار دهیم . به‌مکتشف این سیاه‌چاله ، تا رسیدن به‌افق اتفاق چنین سیاه‌چاله‌ای ، نیروی عمده‌ای وارد نمی‌گردد و او می‌تواند زنده بماند . البته نباید فراموش کرد که ، او نمی‌تواند به‌دنیای عادی بازگشت نماید . برای او چه اتفاقی رخ می‌دهد ؟آیا اوآنقدر در داخل پوسته یکطرفه دور سیاه‌چاله خواهد چرخید که از گرسنگی یا پیری بمیرد ؟ جواب دقیق این سئوال،به‌راستی اعجاب‌آور است .

فضانورد مکتشف در نخستین بخش مسافرت به‌سیاه‌چاله و درحین عبور از افق اتفاق ، تجربه‌ای دست‌اول از تعویض خواص فضا و زمان کسب کرده است . این امر،شبیه به‌حالت سیاه‌چاله غیرچرخشی خنثی می‌باشد . اما در حالت چرخشی ، هنگامی‌که او دائما" به‌سوی پائین و حلقه تجمع کشیده می‌شود ، به‌منطقه‌ای می‌رسد که در آن مجددا" برایش تغییر خواص فضا و زمان رخ می‌دهد . به‌این‌ترتیب که زمان برایش لاینقطع به‌سوی جلو می‌رود ، اما کنترل فضا را مجددا" در دست می‌گیرد . دراین‌لحظه،او نفس عمیقی از روی راحتی خیال خواهد کشید ، اما مشکلات و گرفتاری‌های او تازه آغاز گشته‌اند . منطقه‌ای که او اینک به‌آن داخل شده ، بطورکلی به‌جهان دیگری مربوط می‌باشد . اینک او محققا" می‌تواند حرکت نموده و از نقطه تجمع دور

گردد ؛ و شروع به‌ایجاد ارتباط با همسفرانش‌که با او سقوط می‌نمایند بنماید. اینک او می‌تواند،حتی شروع به‌صعود ازمیان جهان وارونه‌ای که قبلا" از آنجا عبور کرده بنماید. درصورتیکه واقعا" مبادرت به‌انجام چنین عملی بنماید، مسافرت مشابه‌ای به‌منطقه‌ای با خواص مشابه اما در جهان دیگری را انجام خواهد داد و درنتیجه؛ به‌جهان سومی راه خواهد یافت. هرقدر که او بکوشد، تمامی بازگشت‌هایش به‌صورت پیشرفت قلمداد شده و به‌جهان بعدی خواهد رفت. او هرگز قادر به‌دیدن جهان اولیه، یا حتی قبلی خود، نخواهد شد. اشکال قضیه در اینجاست که هنگامیکه او در داخل یک سیاه‌چاله چرخشی است؛ به‌سوی منطقه وارونه کشیده شده و پس از آن به‌یک منطقه بینابینی با خواص‌زمان و فضای معمولی وارد می‌شود. این حالت بینابینی، شامل یک نقطه تجمع است که او از آن احتراز می‌نموده و این نقطه تجمع؛ دو جهان را به‌یکدیگر متصل نموده است. جهان او و جهان دیگری. به‌مجرد اینکه او جهان خود را ترک گفت هرگز نمی‌تواند به‌آن بازگردد؛ بلکه به‌سوی نقطه تجمع بعدی و جهان بعدی پیش‌خواهد رفت. از آنچه که او در آنجا، یعنی در"جهان دیگر"، خواهد یافت ما هیچ نمی‌دانیم. اما جهان دیگر، محققا" شامل یک سیاه‌چاله متشابه است.

فضانورد بیچاره ما، ممکن است تلاش کند که به‌جهان خویش‌بازگردد. و ممکن است تصور نماید که، اگر مجددا" خود را به‌داخل سیاه‌چاله بیندازد به‌مقصود خود نائل‌آمده. اما او به‌زودی و به‌تلخی پی خواهد برد که ازمیان یک شبه‌سرزمین وارونه؛ وارد یک شبه‌منطقه بینابینی جدید و پس از آن وارد یک جهان جدید دیگر گردیده است. جهانی که با هردوجهان قبلی تفاوت دارد، اما این جهان هم محققا" در داخل خود یک سیاه‌چاله چرخشی متشابه دارد. بدین‌ترتیب، او می‌تواند به‌سفر خود از یک جهان به‌جهان دیگر ادامه دهد؛ بدون اینکه به‌جهان اولیه بازگردد.

در ریاضیات سیاه‌چاله، هرکجا که در معادلات شوارس چیلد یک نقطه تجمع پدیدار می‌شود (یعنی در هرکجا که فضا ــ زمان به‌ماگزیمم خمیدگی خود می‌رسد) یک منطقه بینابینی وجود دارد. پس از آن، شرایط تغییر یافته و ما به‌علت آنکه در شرایط جدید درمی‌یابیم که تنها مشخصه‌ای که از

جهان می‌شناسیم (یعنی فضا ــ زمان یا تمامی ابعاد موجود) کاملا" تغییر نموده ؛ پس می‌گوئیم وارد جهان دیگر گردیده‌ایم . جهانی که در آن ، چه بسا که نورها مانند نگاتیو جهان کنونی عمل نمایند؛ یا نیروهای فشار سبب کشش گردیده و نیروهای کششی سبب فشردن اجسام شوند . ما درحال‌حاضر هیچ‌چیز از جهانهای دیگر نمی‌دانیم ، اما یک‌چیز برای ما محقق است . ریاضیات به‌ما نشان می‌دهند که جهان‌های دیگری وجود دارند و جهان ما هیچگونه ارجحیتی بر آنان ندارد ؛ بلکه جهان ما یک جهان اتفاقی است . تعداد جهان‌های دیگر ازنظر ریاضی ، بینهایت زیاد است . در هرجهان ، کل ریاضیات موجود یک سیستم اتفاقی است . که بینهایت سیستم اتفاقی دیگر بنام ریاضیات،می‌تواند وجود داشته باشد . و در بینهایت جهان ، بینهایت ریاضیات می‌تواند بوجود آمده باشد . از آنجا که احتمال وجود زیست در جهانهای دیگر به‌خاطر تعداد بیشمار آنان بسیار است ؛ چه‌بسا که در بعضی از این جهانها موجودات ذیشعور و بسیار پیشرفته‌تر از ما ؛ از امکانات کلیه ریاضیات استفاده کنند .

تعجب از این امر ، نباید به‌هیچوجه بیش از زمانی باشد که در روی کره زمین مشخص گردید که ما زمینیان مرکز عالم نیستیم ؛ و زمین موجود کوچکی است که به‌دور خورشید می‌گردد . و بعدها معلوم شد که خورشید نیز مرکز عالم نیست ، خورشید ستاره متوسطی است در لبه کهکشانی که به‌دور خود می‌گردد . و پس از آن معلوم شد که کهکشان ما نیز مرکز نیست ، بلکه یکی از هزارمیلیون کهکشانی است که با سرعت از یکدیگر دور می‌شوند . برعکس ، واقعه تک‌جهانی باید به‌شدت متعجب‌کننده باشد ، مثل اینکه فرض کنیم کره زمین تنها سیاره دنیاست. در شاخه‌های مختلف علوم ، اینک وجود جهانهای دیگر خودنمائی می‌نمایند؛ اما ما آغاز اینهمه‌را مدیون سیاه‌چاله‌ها می‌باشیم .

این خاصیت بسیار مهم ، یعنی تعدد نقاط تجمع ، درمورد سیاه‌چاله‌های غیرچرخشی وجود ندارد . آنان دارای این مزیت هستند که فضانوردان را به‌سرگیجه و گمراهی نمی‌کشانند و از سرزمین اصلی‌شان چندان دور نمی‌نمایند ؛ آنان فقط ــ بدبختانه ــ هرچه را می‌بلعند با فشار تبدیل به‌هیچ می‌نمایند ، فقط نقطه بدون بعد فیزیکی ، و محققا" بدون گوشت و خون . از آنجا که به

این‌ترتیب ، سیاه‌چاله ساکن دارای جذابیت کمتری از چرخشی‌هاست ؛ ما خوشبخت هستیم. زیرا فکر می‌کنیم که اکثریت سیاه‌چاله‌ها، چرخشی هستند .

برای مسافر فضائی که به‌داخل سیاه‌چاله چرخشی افتاده است ؛ تعداد زیادتری مسائل تعجب‌آور در انبان ریاضیات موجود است . به‌مجرد اینکه او از جهان خود به‌داخل منطقه بینابینی ــ در مرکز ستاره منقبض‌شده ــ افتاد ، امکان مسافرت در داخل زمان را پیدا می‌کند . اگر او روی مسیر دایره در صفحه استوائی و درخلاف جهت چرخش سیاه‌چاله بچرخد ، می‌تواند هر قدر **زمان** که دلش می‌خواهد بدست آورد . مقدار این زمان ، در هر چرخش فضانورد ، متناسب با سرعت چرخش سیاه‌چاله است . البته از آنجا که او نمی‌تواند به‌جهان خود بازگردد ، از این زمان بدست‌آمده نیز نمی‌تواند سود ببرد . درصورتیکه می‌توانست ، ما می‌توانستیم شاهد اتفاقات بسیار عجیب دیگر باشیم . درهرحال ، انجام این مسافرت در زمان؛فقط به‌بی‌خردان پیشنهاد می‌شود . یک انسان خردمند،باید خود را به‌خوبی از اینگونه تجربیات به‌دور نگاه دارد !

در اینجا به‌نظر می‌رسد که ما دچار تناقض گشته‌ایم ؛ زیرا مسافرت در زمان، ظاهرا" به‌حرکتی سریع تر از نور دلالت می‌نماید . دیدیم که حرکت با سرعتی سریعتر از نور ، به‌مسافرت در زمان دلالت خواهد نمود . بنابراین ، مسافری که سریعتر از نور حرکت می‌کند ، می‌تواند به‌مکان شروع حرکت خود ــ در زمانی قبل از زمان شروع حرکت ــ بازگشت نماید .

به‌گفته شاعر :[1]

منور ،
دختری که می‌دوید ،
سریعتر از نور .
از خانه‌اش ،
بیرون رفت .

۱ــ بخشی از شعر یک شاعر ناشناس انگلیسی .

روی جاده‌ای ،
ساخته اینشتین ،
دوید و دوید .
و هنگامی که بازگشت ،
شب قبل بود .

علت رخ دادن این اثر اینست که ، این دوشیزه‌خانم می‌تواند سریعتر از هرنوع اطلاعاتی حرکت نموده و درنتیجه مسابقه را از ساعت ببرد . اما برای اینکه انسان بتواند مسابقه را از ساعت ببرد ؛ همواره لازم نیست که سریعتر از نـــور حرکت نماید . مسافرت در زمـــان ممکن است ، حتی اگـــر با سرعتهای کمتر از سرعت نور انجام گردد . این امر به‌خاطر طبیعت عجیب سیاه‌چاله چرخشی،امکان‌پذیر می‌باشد . مسئله شبیه به‌این است که درفضای معمولی دو مکان مشابه داشته باشیم ؛ که به‌مجرد اینکه در یکی از آنها قرار گرفتیم، بلافاصله به‌دیگری هم منتقل شویم. این امر درحد بسیار ساده‌شده ، چیزی شبیه به‌آینه است . تشابه قسمت‌های مشخص فضـــا ، قانونا" می‌تواند به‌وجود آید . و درنتیجه مسافرت در زمان ، بدون ازبین‌بردن قانون "هیچ چیز سریعتر از نـــور ممکن نیست" ، انجام‌شدنی است ، اما محققا" این امر شرایط ناخوشایندی را ، همانگونه که نشان داده‌ایم ، به‌وجود خواهد آورد .

دربـــاره جهانهای دوقلوئی کـــه مربوط به‌سیاه‌چاله‌هـــای شوارس چیلد می‌باشند و قبلا" بـــه‌آن‌ها اشاره شد ، باید گفت که مـــا نمی‌دانیم آیا هرگز امکان دارد به‌حد کافی به‌عمق درونی این سیاه‌چاله‌ها نفوذ نمائیم ؟ اخیرا" پیشنهاد شده است که پس‌از مسافرت به‌سرزمین وارونه در داخل افق اتفاق ؛ اصلا" امکان ندارد که از آنجا به‌بعد سقوط کنیم و درنتیجه،قادر به‌بیرون رفتن از آنجا نخواهیم بـــود . بنابراین ، قادر به‌ورود به‌جهانی کـــه به‌نظر معمولی می‌رسد نیستیم ؛ جائی که فضا و زمان خمیدگی معمولی خود را دارند ولی هنوز دارای خاصیت مسافرت در زمان می‌باشد. محاسبات نشان می‌دهند که مسافر فضائی که درحال سقوط می‌باشد ــ پس‌از خروج از سرزمین وارونه و رفتن به‌فضای بعـــدی ــ در اثر نیروهای بسیارعظیمی،شبیه به‌آنچه که در

مرکز سیاه‌چاله یافت می‌گردد ، متلاشی شده و ازبین می‌رود .

سیاه‌چاله چرخشی ممکن است به‌آن آرامی کـه قبلا " گفته شد نباشد ؛ ولی در اینجا نیز نمی‌توان خیلی مطمئن بـود ، زیرا کسی که جرات کند و برای یافتن جواب به‌چنین سفری مبـادرت ورزد ، به‌فرض آنکه خود مطلع شود ، خبری بازنخواهد آورد . ایـن بسیار شبیه به‌مسئله مـرگ و بقاء روح است ، هنوز هیچکس از داخل گور بازنگشته که به‌ما بطور قطع و قانع کننده بگوید که در آنطرف چه‌خبر بوده است . اگر هرآینه ــ به‌فرض محال ، کسی از داخل افق اتفاق سیاه‌چاله بازگردد ، درآن‌صورت ما واقعا " مجبور خواهیم شد وجود روح مجسم را باور کنیم .

این حقیقت که چنین مسافرتی در زمان انجام‌پذیر است ؛ آشفته‌کننده است ، زیرا می‌تواند دلیل‌پذیری جهانی را که ما در آن زندگی می‌کنیم از بین ببرد . هنگامیکه ماشین زمان اختراع گردد و کسی با آن به‌گذشته مسافرت نماید ؛ ما که سوار ماشین نیستیم،هرگز او را ملاقات نخواهیم نمود و او به گذشته‌ها خواهد پیوست . و این یکی از دلایلی است که ساختن چنین ماشینی را در جهان ما ، با مفهوم مشخص یکسوبودن زمان ، غیرممکن می‌سازد .

قبل از اختراع ماشین زمان ، ما باید قادر شویم که خود زمان را تاحدود بیشتری قابل‌انعطاف نمائیم . البته منطقه بینابینی در حدفاصل جهان‌های مختلف قرار دارد که درآنجا ، مسافرت در زمان برای فضانورد (زمان‌نورد ؟) دلیر ما امکان‌پذیر خواهد بود . متاسفانه این منطقه بینابینی به‌جهان کنونی ما راهی ندارد ، تا فضانورد ما بتواند به‌نزد ما بازگشته و ما را از دقایق سفر خود مطلع سازد. دریک‌کلام ، ما نمی‌توانیم با او در جائی خارج از سیاه‌چاله ملاقات کنیم . در داخل منطقه بینابینی،برق تعجب از چشمان مکتشف شجاع ما خواهد پرید و از فرط بهت خشک خواهد شـد ؛ زیرا ناگهان یک کپی از خود را خواهد دید که به‌سویش خواهد آمد . او خواهد دید که نسخه دیگرش ازسوی دیگر ، وارد حلقه تجمع گردیده است . او حتی ممکن است یک لشگر کامل از خویشتنان خویش‌را ببیند ، که دایره‌وار داخل حلقه تجمع می‌گردند . درآنصورت کدام یکی واقعا " خود او هستند ؟آیا همه بطور متساوی موجودیت دارند ؟ یـا اولی بهترین است ؟ دراینصورت ، بقیه چه وضعی دارند ؟ این

سئوالات، بواقع بغرنج و معماگونه می‌باشند ، بویژه کـه در آنجا " اولی " نیز مفهومی ندارد . درحال‌حاضر ، هیچ جوابی برای این سئوالات نیست . شرایط کلی ذهنی و تفکر ما آنچنان بوده، که چنان احتمالی را به‌خود راه ندهد . ما احتیاج به‌تغییرروش نیز نداریم ، تا با آن بتوانیم جهان طبیعی ! فعلی را بشناسیم . امـا سیاه‌چاله چرخشی، با احتمال قوی وجود دارد . بنابراین، در جایی و بـه‌ترتیبی ، این امکـان هست که ما داخل چنین تجربه عظیمی بشویم .

ما باید خود را بـا محتمل روبرو نماییم ، حتی اگر باعث بوجود آمدن غیرممکن گردد .

فصل ششم

نگرشی نوین

نگرشی نوین

غیرممکن در مرکز سیاه‌چاله بسیار قاطع‌تر می‌گردد ؛ مرکز سیاه‌چاله جائی است که نیروهای جاذبه‌ای بی‌نهایت شده و نقطه تجمع بوجود می‌آید و این، در هردو حالت چرخشی و غیرچرخشی یکسان است . در آنجا،فضانورد ، اشیاء ، سفینه فضایی و هرچیز دیگری خرد و متلاشی شده و از دایره زیست خارج می‌گردد . زندگی فضانورد، بسیار پیش از رسیدن به‌مرکز، متوقف شده و ازبین می‌رود . ذرات بدن او همراه با سفینه ، فشرده و فشرده‌تر شده تاجائی که کلیه ابعاد خود را ازدست داده و تبدیل به‌یک نقطه خواهد گردید . البته اگر سیاه‌چاله‌ها از نوع چرخشی باشند ، فجایعی از این‌نوع بندرت رخ خواهد داد . زیرا بـرای حدوث چنین حادثه‌ای در سیاه‌چاله چرخشی ؛ فضانورد باید دقیقا" از صفحه استوائی وارد گردد . سئوال اساسی این است که، پس از نقطه تجمع چه ماجرائی رخ خواهد داد ؟ یک چیز مسلم است و آن اینکه ، قوانین فیزیکی که تاکنون برای توضیح سیاه‌چاله بکار برده‌ایم؛ برای تشریح این سئوال مطلقا" کافی نخواهند بـود . این قوانین درباره اجرامی که تا سرحد اندازه صفـر، فشرده شده‌اند ، قـادر به‌پیش‌بینی چیزی نمی‌باشند . مسئله ما ، یعنی درک غیرممکنی که قاطعانه ازسوی سیاه‌چاله اعمال می‌گردد ، هنوز بسیار جدی است . ما تاکنون تصاویر ناراحت‌کننده مختلفی از سیاه‌چاله مشاهده نموده‌ایم ؛ اما این‌یکی از همه بدتر است . قوانینی که ما فکر می‌کردیم حاکم بر سرنوشت، وقایع و محیط اطراف ما می‌باشند، در نقطه تجمع سیاه‌چاله کاربردی ندارند . بدون کمک ایـن ابزارهای فیزیکی ، درک ما از جهانی که با آن روبرو می‌شویم بسیار محدود خواهد شد . باید قوانین جدیدی کشف

گردند ، تا به‌ما اجازه دهند به‌شناخت و توضیح جهان ادامه دهیم .

اخیرا " برخی از دانشمندان مدعی گشته‌اند که ، مشکلی که نقطه تجمع سیاه‌چاله پیش پای بشر قرار داده،مهمترین مشکلی است که بشر در قرن بیستم با آن مواجه گردیده است . در آخر قرن گذشته نیز وضعیت مشابهی ایجاد گشته بود . زیرا محاسباتی که ضرورتا " برمبنای قوانین **نیوتن** که دو قرن قبل پیشنهاد شده بود انجام می‌گردید ؛ انرژی تشعشعی اجاق کوچکی را که سوراخی در آن تعبیه شده بود،بینهایت نشان می‌داد . این نتیجه ، بطرزی مضحک غیرواقعی بود . برای برطرف کردن چنین مشکلی ، **ماکس پلانک**[1] در سال ۱۹۰۱ م . **کوانتا**[2] های مفصل را به‌قلمرو ممتد و متصل دنیای نیوتن وارد نمود . با این عمل ، پلانک دروازه‌های دژ تسخیرناپذیر نیوتن را گشود و دقیقا " بمانند خود نیوتن ؛ که ارسطو را کنار زده و بجای او نشسته بود ؛ نیوتن را جابجا نمود . درها بروی کلیه تئوری‌های بعدی ، که منتظر ورود بودند ، گشوده شد . مکانیک نیوتن توسط مکانیک پلانک ، یعنی آنچه که بطور طبیعی **مکانیک کوانتوم**[3] نامیده می‌شود ، جابجا گردید . مکانیکی که جهان اطراف ما را نامحقق نمود . در این مکانیک ، که می‌توان آنرا مکانیک انفصالی نیز نامید ، جهان محکم ، محقق و مطمئنی که ما در اطراف خود می‌بینیم ، با جهانی نامحقق جایگزین گردیده است . جهانی که به‌وسیله اصل عدم‌تحققی **ورنر هایزنبرگ**[4] به‌صورت ریاضی فرموله شد ، "هیچ چیز به صورتی که دیده می‌شود نیست" . همه‌چیز نامحقق است

اینک ما به‌خوبی می‌دانیم که ماده تماما " از امواج احتمالات تشکیل گشته ؛ و تحقق‌ناپذیری دنیای کلاسیک ــ یا بهتر بگوییم،دنیای علوم کلاسیک ــ ناپدید گردیده است . این به‌معنای تخریب تمامی نظرگاه‌های جهانی ، از زمان یونانیان باستان تاکنون،می‌باشد . نظرگاه‌هائی که انسان از زمانی که بطورجدی آغاز به‌مطالعه و تفکر درباره جهان اطراف خود نموده ؛ و تلاش کرده که معنی مناسبی برای زندگی و طبیعت بیابد ؛ برای خود ساخته است .

1.Max Plank
2.Quanta
3.Quantum Mechanics
4.Werner Heisenberg

سحابی سراسبی، در صورت فلکی جبار.

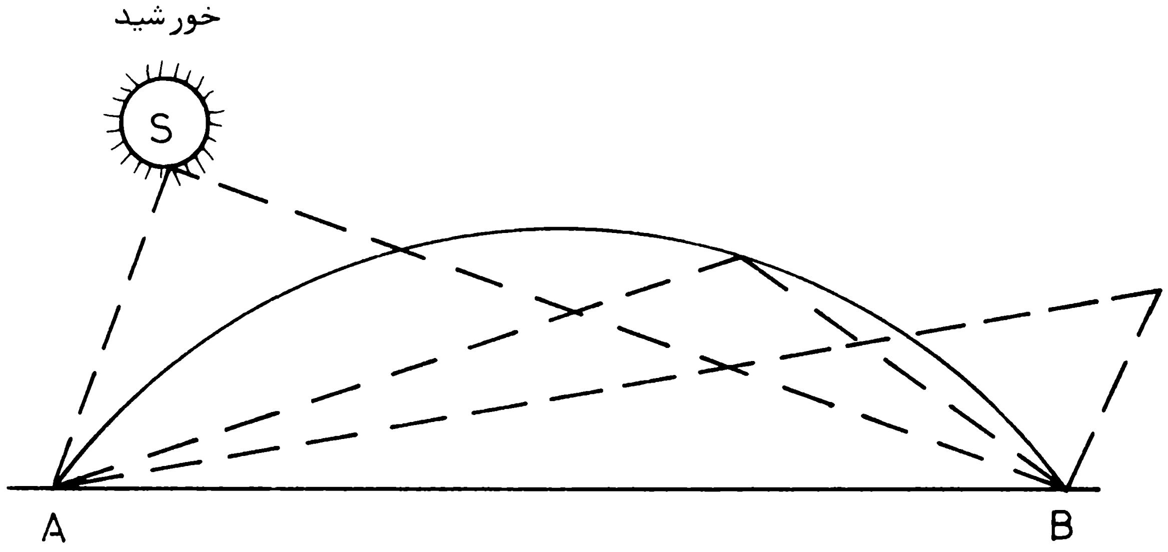
این تغییر ، اثــرات متقابل عمیقی در تمامی جلوه‌های زیست بشری از خود بجا گذاشت . یکی از آنان ، پیشرفتهای عظیم صنعتی بود که درنتیجه آن بمب اتمی حاصل آمد .

ما اینک با معمائی هم‌ارز در داخل سیاه‌چاله مواجه هستیم ؛ نقطه تجمع . ممکن است که بار دیگر،مکانیک کوانتوم به‌کمک ما آمده و ما را نجات بخشد . درواقع ، اصل عدم‌تحققی می‌تواند ایده نقطه‌ای‌بودن مرکز تجمع سیاه‌چاله را ازمیان بردارد . هنوز کسی نمی‌داند که آیا اصل هایزنبرگ چنین کاری را انجام خواهد داد یا نه؟ درواقع،تا همینجا نشانه‌هائی موجود است که امکان دارد اصل عدم‌تحققی ؛ اوضاع را مجتمع‌تر نموده و نقطه تجمع را فشرده‌تر سازد . این بدترشدن اوضاع با استفاده از اصل عدم‌تحققی هایزنبرگ ، خود هنوز نامحقق بوده و به‌مطالعات وسیع‌تری نیاز دارد . اما بهرحال ، محققا" ضروری است که اثرات اصل عدم‌تحققی را برای بررسی حالت نهائی ماده در نقطه تجمع سیاه‌چاله ؛ درنظر بگیریم . اگر روبرو شدن با نقطه تجمع ، جائی که ماده تا سرحد حجم صفر منقبض گردیده ، برای بشر محتوم است ؛ بشر باید از تمامی سلاحهای خود برای آگاهی ، ازپیش استفاده نماید .

یکی از طــرق تشریح چگونگی دخالت امــواج احتمالات در ساخت کل جهان ؛ استفاده از مفهوم **فوق فضا**[1] می‌باشد . فوق فضا توسط پروفسور **جان ویلر**[2]، از دانشگاه پرینستون ، معرفی شـــده است . پروفسور ویلر را می‌توان یکی از پدران بمب‌های اتمی و هیدروژنی دانست . برای نشان دادن اهمیت خواص احتمالات ؛ زمین فوتبالی را درنظر می‌گیریم که توپ از یک گوشه آن به‌گوشه دیگر پرتاب گردیده است . در مکانیک نیوتن ، ایــن توپ بـــا مسیر مشخصی که مکانیک کلاسیک با داشتن مشخصه توپ ، مشخصه ضربه ، مشخصه مقاومت هوا و مشخصه زمین فوتبال آنرا معین می‌کند؛ به‌حرکت درمی‌آید . و معمولا" نتیجه کار ، یک سهمی می‌باشد .

در تئوری فوق فضا ، مسیر نیوتنی توپ را به‌کنار گذاشته و بجای آن؛کلیه مسیرهای ممکن مکانیک کوانتوم را جایگزین می‌نمائیم . بعضی از این مسیرها

1.Super Space 2.John Wheeler



شکل ۱۱ : مسیرهای احتمالی حرکت توپ در فوق‌فضا .

شدیدا "رخ‌ندادنی" هستند ، مثل مسافرت توپ به‌خورشید و سپس بازگشت آن به‌سوی دیگر زمین فوتبال و برخی دیگر از این مسیرها؛دارای احتمال وقوع بسیار بیشتری می‌باشند . درواقع،مسیری که احتمال وقوع آن از همه بیشتر است؛یک مجموعه پیچیده از کلیه مسیرهای کم‌احتمال‌تر بوده ، که با روشهای مختلف ــ ازجمله خطا و تصحیح ــ می‌توان آن را یافت . درمورد حرکات معمولی ، مانند توپی که در زمین فوتبال پرتاب می‌گردد ، نتیجه محاسبات نیوتن و محاسبات احتمالات ، هردو یکسان می‌باشند . پیش‌گوئی نیوتن درباره مکان سقوط توپ ، از آنجا که دقیقا " در نزدیکی پراحتمال‌ترین نقطه می‌باشد ، بشر را برای مدتی بیش‌از دوقرن فریفته و راضی نموده بود .

ما می‌توانیم فضائی را که در آن زندگی می‌کنیم به‌طرق مختلف بسط دهیم ، هر بسط فضائی شبیه به‌یک مسیر توپ فوتبال می‌باشد . فوق فضا مملو از بسط‌های ممکن این فضاست ، که بعضی از آنان بسیار رخ‌ندادنی می‌باشند . دلایل رخ‌ندادنی بودن برخی از این مسیرها گاه آشکار نبوده و درصورتیکه بطریقی موردتجربه قرار گیرند ، از فرط اعجاب باعث حیرت خواهند شد .

برخی دیگر از این توسعه‌های فضائی بقدری عجیب هستند که برای ما مطلقا "غیرقابل‌تشخیص می‌باشند، زیرا از تجربیات قبلی زندگی روزمره ما بسیار دورند. در مثال قبل درمورد زمین فوتبال، محتمل‌ترین بسط فضا زیر تاثیر نیروهای جاذبه‌ای اعمال‌شده از سوی اجزاء مختلف فضا و توپ، آنست که توسط معادلات اینشتین توضیح داده شده است.

اثرات مکانیک کوانتوم در نزدیکی نقطه تجمع سیاه‌چاله مهم می‌باشد، زیرا دنیاهای فراوانی در فوق فضای آنجا وجود دارد. هرچه به‌نقطه تجمع نزدیکتر می‌شویم فوق فضا بیشتر نمایان می‌گردد، اما این فوق فضا دارای هیچیک از خواصی که ما برای فضا می‌شناسیم نمی‌باشد. مفاهیمی مانند "قبل"، "بعد" و "بعدا" چه خواهد شد" باید به‌کنار گذاشته شوند، حتی خود زمان نیز معنی خویش‌را ازدست می‌دهد. فشردگی که برای ورود به‌این فوق فضا ضروری است، عدد 10^{27} یعنی یک‌میلیاردمیلیاردمیلیارد بار می‌باشد. در این فشردگی درهای فوق‌فضا بروی ماده باز می‌گردد، اما در آنجا همه‌چیز حتی اتمها نشانه‌های شناسائی خود را ازدست خواهند داد.

در مدل قدیمی سیاه‌چاله شوارس چیلد، دیدیم که دوجهان توسط پل یا "گلوگاه" به‌یکدیگر مربوط می‌شوند. در مدل فوق‌فضا، هسته‌های تشکیل‌دهنده و مربوط کننده فوق‌فضا، به‌شکل حلقه با سوراخی در وسط خواهند بود، چیزی شبیه به‌لاستیک درونی چرخ اتومبیل. این حلقه‌ها دارای جرم بوده و ما می‌توانیم آنان را واحدهای پایه‌ای ماده در جهان، بنامیم. درواقع این حلقه‌ها بمانند ظروف کوچک انرژی عمل می‌نمایند. نام این پاکت انرژی، ژئون[1] بوده و درحدود یک‌صدهزارم گرم جرم دارد.

تصویر بزرگ‌شده جهان در زیر چشمان ما به‌این‌صورت خواهد بود که، جهان از تعداد زیادی ژئون تشکیل گردیده است. برطبق مفاهیم احتمالات مکانیک کوانتوم، آنان پیوسته ظاهر گشته و سپس مخفی می‌شوند. همانگونه که ویلر استادانه اشاره کرده است:

"فضا بمانند اقیانوسی است که برای ناظری که از فراز آن

1.Geon

پرواز می‌نماید ، آرام و صاف بـه‌نظر می‌رسد . امـا برای پروانه بینوائی که در آن افتاده ، جهنمی از امواج متلاطم می‌باشد " .

هرچه به‌این اقیانوس نزدیکتر می‌شویم می‌بینیم که اغتشاش آن بیشتر می‌شود ، تا جائیکه تمامی ساختمان فضا ، با حلقه‌هایش درحال شدیدترین حرکات ممکن می‌باشند. این‌قبیل‌خواص **جهان ریزدانه**[1]، توسط قوانین **ژئومترو دینامیـک** تشریح می‌گردنـد . شاید این امـر توضیحی باشد که چرا مسافر فوق‌فضا ، می‌بایست تمامی مفاهیم فضا و زمان را به‌کنار بگذارد . او نمی‌تواند درمورد سرما یا گرمای فوق‌فضا سئوال نماید ؛ "فوق‌فضا سرد یا گرم نیست . " و نیز نمی‌تواند درمورد نازکی یـا پهنای آن سئوال نماید ؛ حتی نمی‌تواند سئوال نماید که فوق‌فضا شبیه به‌مکعب یا کره می‌باشد . فوق‌فضا ، گذشته یا آینده یا ابعادی ندارد. فوق‌فضا سرزمین حلقه‌های سوراخدار بوده که پیوسته ایجاد شده و ناپدید می‌گردند ، دائما " در حرکتند اما هرگز به‌جلو یا عقب نمی‌روند . فوق‌فضا مملو از شلوغی و حرکات می‌باشد ؛ اما درمجموع،" ایستا " و بدون‌زمان است .

در فوق‌فضا ، جهان قادر به‌تکرار خویش است . درک این امر برای تفکر غربی، بدون سابقه ذهنی قبلـی، مشکل می‌باشد . اما شاید مشرق‌زمینیان، با عرفـان خاص خود، چنین مشکلـی را نداشتـه باشند . جهان بـدون‌زمان و تکرارشونده در افسانه‌های مشرق‌زمین ، کـه مردمانش به‌تناسخ معتقدند ، به کرات دیـده می‌شود . در شرق ، بـرای بسیاری انسانها ، زندگـی جزئی از زنجیره ناتمام زندگی‌ها و مرگ‌هاست که هر زندگی توسط تناسخ به‌نفر بعدی منتقل می‌گردد . در اسناد سیاسی ، نقل‌قول وزیر آموزش و پرورش یکی از ممالک مشرق‌زمین موجود است، که درمقام جوابگویی به‌شکایتی که درمورد مرگ یکی از نوآموزان در اثر آبله به‌او رسیده بود ؛ با لحنی حاکی از نارضایتی و شاکیانه گفته است : "باری، پس از تمامی این حرفها ، بهرحال آنها دوباره با تناسخ به‌جهان بازخواهند گشت . "

1.Geon Universe   2.Geometrodynamic

بدین‌ترتیب،در فوق‌فضا یک سیکل عظیم تولد ، مرگ ، تولد ، مرگ ، . . . برقرار است . البته این سیکل درمورد ماده وفقط مأده ، برقرار خواهد بود . چنین تصویری،در جهان فوق‌فضا به‌ماده اجازه گردش دائمی می‌دهد و ماده هرگز گم نمی‌شود ؛ اما از جهانی به‌جهان دیگر می‌رود .

ازطرف دیگر، ممکن است که ماده در مرکز سیاه‌چاله ناپدید گردد ؛ این ناپدیدی می‌تواند نابودی کامل بوده و ماده به‌عدم برود . این تئوری ، با آنچه ما آنرا "عقل سلیم " می‌پنداریم تضاد دارد . اما اگر در مراحل اولیه ، خلق ماده از هیچ امکان‌پذیر است ، چرا رفتن ماده به‌هیچ امکان‌پذیر نباشد ؟

در تئوری خلق دائم که سی سال پیش به‌وجود آمده بود ، برای توضیح حرکت کهکشانها ، باقی‌ماندن مـاده به‌صورت کنونی و پیدایش ماده در کل جهان؛گفته می‌شد کـه : "اتمهای هیدروژن از عدم به‌وجود می‌آیند . " پس، این اتمها ، قادر به‌ساختن کل جهان مادی بوده‌اند . امروزه،این تئوری به صورت بسیار بهتر و دقیقتری فرموله گردیده است . به‌این‌ترتیب کـه برای پر شدن فضا،به‌صورتی که اینک هست و داشتن اجرام به‌صورت کنونی ، لازم است که در هر ثانیه و در هر مایل‌مکعب از فضا؛یک هسته اتم هیدروژن به وجود آید . این اتمها،دارای رفتاری کاملا" عادی هستند ؛ که بعدا" به‌ذکر آن خواهیم پرداخت .

هیچکدام از دو تئوری ماقبل ، یعنی انتقال مـاده از مرکز سیاه‌چاله به جهانی دیگر ویا نابودی ماده در مرکز سیاه‌چاله ، خیلی موفق نبوده و دارای نقاط ضعف زیـادی می‌باشند . درمورد سایر مسائلی کـه به‌سیاه‌چاله مربوط می‌گردند ، یکی هم تشکیل نقطه تجمع بدون افق اتفاق است . که به‌سادگی به‌این‌معناست که : سرعت نور ، سرعت **حد** نمی‌باشد. اگر چنین‌چیزی بتواند رخ دهد و مـا بتوانیم به‌آن نظری بیفکنیم ؛ اعجاب آن ما را خیره خواهد کرد . درست مثـل اینکه ، جهنم و بهشت را روی زمیـن آورده و بخواهیم عجایب آنان را بنگریم . برخی برای‌آن نام **حفره سفید** پیشنهاد کرده‌اند ؛ که شاید زیاد بامسما نباشد . ازنظر تئوری ، مسئله هندسه سیاه‌چاله مسئله بسیار جالبی است . معمولا" سیاه‌چاله شکلی بجز یـک کره کامل نمی‌تواند به‌خود بگیرد ؛ حتی کوچکترین انحرافی از یـک کره کامل نمی‌تواند داشته

سحابی مخروطی ، در صورت فلکی تکشاخ .

باشد . امـا اگر ستاره مولد سیاه‌چاله، خود در قطبیـن فرورفتگی و در استوا برآمدگی داشته باشد؛ سیاه‌چاله حاصل به‌شکل دیسک خواهد گردید . اگر ستاره مولد به‌صورت توپ راگبی بوده باشد ــ که کهکشانهای بسیاری به‌این شکل در فضا وجود دارند ــ سیاه‌چاله حاصل، درنهایت تعجب ، خطی شده و به‌صورت نخی دراز و یک‌بعدی درخواهد آمد . آخرین جمله‌ای که می‌توانیم به‌فصلی که به‌بررسی‌های مدرن سیاه‌چاله اختصاص داده‌ایم اضافه نمائیم این است که : اینک ما تشخیص می‌دهیم امکاناتی که در جهان واقعی وجود دارند، بسیار بیش از آنست که در جهان وهم‌انگیز و خیالی رمانهای تخیلی ــ علمی راجع به‌آن گفتگو می‌گردد .

فصل هفتم.

درآغاز

در آغاز

سیاه‌چاله، معمای بزرگی را پیش پای ما می‌گذارد. اگر ما به‌ایمنی در خارج از آن بایستیم، هرگز قادر به‌درک ماوقع داخل نمی‌شویم. فقط در صورتیکه به‌حد کافی شجاعت داشته و پا به‌داخل افق اتفاق گذاریم؛ قادر به‌درک وقایع داخل آن می‌گردیم. اما دراینصورت، زندگی ما به‌یکی از دو صورت درمعرض مخاطرات بزرگ قرار می‌گیرد. یعنی یا به‌حالات پیش‌گفته خواهیم مرد؛ یا وارد جهانی دیگر خواهیم گشت. بهرحال، محقق است که ما به‌جهان کنونی بازنمی‌گردیم. اما سئوالی که به‌سیاه‌چاله چندان مربوط نمی‌باشد این است که؛ جهان خود ما مشکلات بسیار بزرگی را پیش پای ما گذارده؛ درباره جهان کنونی چه می‌گوییم؟

شاید مشکل‌ترین سئوال آن باشد که: این جهان از کجا آمده است؟ اگر درمقام پاسخ‌گوبی مکان خاصی را نمایش داده و بگوئیم که: این جهان با آنچه در اوست از نقطه A و برطبق قوانین فیزیک به‌اینجا آمده است، طبیعتا" خواهیم پرسید: جهان از کجا به‌نقطه A آمده است و الی‌آخر. بدین‌ترتیب، هر جواب مشخصی که به‌سئوال نخستین گفته شود؛ غلط خواهد بود. زیرا درواقع، جواب قاطع و نهائی نبوده و فقط زنجیره بی‌پایان سئوالات را ایجاد می‌نماید.

برای حل این مسئله، ما باید اول آنچه درباره جهان و تاریخ گذشته‌اش می‌دانیم؛ یکجا گرد آوریم. اولین خاصیتی که در مشاهدات نجومی ما به‌روشنی دیده می‌شود آنست که؛ توزیع کهکشانها در فضا یکسان بوده و از هرسو که به‌منظره کهکشانی آسمان بنگریم؛ تصویری کمابیش متشابه خواهیم دید.

کیهان ، **ایزوتروپیک**[1] می‌باشد . یعنی در تمامی جهات ، خواص متشابه دارد . این امر با دقت بسیار زیاد ، در چندسال گذشته موردآزمایش قرار گرفته و با محک تجربه سنجیده شده است. شیوه تجربه بدین‌قرار است که کهکشانهای یکسان ازحیث خواص، باید در کلیه جهات بطور متساوی پراکنده باشند . پس از بررسی خواص نوری و رادیویی کهکشانها و نیز بررسی اندازه‌ها و سرعتهای آنان، به‌این نتیجه می‌رسیم که : جهان فعلی ما ایزوتروپیک است . یعنی درواقع، کوچکترین نشانه‌ای از حالت خاص در جهان مشاهده نمی‌شود .

تا اوایل قرن حاضر، بسیاری از دانشمندان بر این عقیده بودند که : مکان ما در جهان، مکان خاصی است.و بی‌تردید، مکان ما، حداقل دارای برتریهای فیزیکی عمده‌ای است . پس از مشاهدات دقیق فوق‌الذکر ، امروزه تقریبا " تمامی دانشمندان رده‌اول بر این باور متفق‌القولند که:مکان ما در جهان، مکان برتر نبوده ، بلکه مکانی معمولی است . البته در فضا ، برعکس آنچه روی زمین رخ می‌دهد ، پدیده‌های معمولی پیش‌پاافتاده نیستند و ارزشی همسنگ دیگر پدیده‌ها دارند. امروزه ما انتظار داریم که جهان درتمامی جهات، و از تمامی نقاط فضا ، به‌یک شکل به‌نظر برسد . به‌بیان دیگر ، جهان **هموزن**[2] می‌باشد . البته باید درنظر داشت که مقیاس اندازه‌گیری، باید آنقدر بزرگ باشد تا کهکشانها مانند ذرات غبار به‌نظر برسند ؛ تصویری که از جهان و با این مقیاس رسم شود؛ هموزن است . به‌این‌ترتیب ، ما در جهانی ایزوتروپیک و هموزن زندگی می‌کنیم . مکانی که ما در این جهان اشغال کرده‌ایم، مطرح نبوده و مهم نیست . تمامی امکنه، بطور مساوی جذاب و یکسان می‌باشند .

اینگونه‌بودن جهان ، محدودیت بسیار مهمی را بر سایر خواص جهان اعمل می‌نماید . که این محدودیت، خود تعالی یافته و به‌سطح یکی از اصول اساسی طبیعت یعنی ؛ **اصل کوسمولوژی**[3] یا " اصل کیهان‌شناختی "ارتقاء پیدا می‌کند . بسط این اصل ، یا درواقع اصل کامل کوسمولوژی (اصل کامل کیهان‌شناسی) ، ایجاب می‌نماید که جهان در تمامی ازمنه نیز دارای همین

---

1. Isotropic
2. Homogeneous
3. Cosmological Principle

صورت کنونی باشد. زمان زندگی ما نیز مهم نبوده و درواقع، بی‌ارتباط به مسئله است. همانگونه که **سرهرمان باندی**[1] می‌گوید: "جغرافی مطرح نیست، همچنین تاریخ نیز مطرح نمی‌باشد". بدست‌آوردن شواهد تجربی برای اصل کامل کوسمولوژی؛ به‌سادگی میسر نمی‌باشد. اما از آنجا که برقراری این اصل متضمن سادگی کامل جهان می‌گردد؛ تلاشهای زیادی در راه، یافتن شواهد تجربی این اصل انجام می‌گیرد.

مطرح نبودن مکان و زمان وقوع حادثه جهانی، به‌درک ما از کل پدیده کمک شایانی می‌نماید. به‌ویژه خواهیم دید که، جهان دارای سرآغازی نمی‌باشد. او همواره در اینجا، با همین قیافه و ظاهر کنونی وجود داشته است و مسائل قبلی ما؛ به‌این‌ترتیب ذوب می‌گردند. اگرچه ممکن است هنوز کاملا" اقناع نشده و احساس خفیفی در دل ما به‌وجود آمده باشد که؛ شاید در حل این مسئله و به‌این‌ترتیب ساده؛ تقلبی درکار بوده است. زیرا هنوز به‌یکی از سئوالات ما، یعنی: "چرا جهان اینگونه است؟" پاسخی گفته نشده است. این احساس باید به‌نوعی تعادل رسیده و برطرف گردد؛ زیرا بخش بعدی گفتار اصل کوسمولوژی درباره قسمت دوم مسئله است؛ که چنین جهانی دارای پایان نیز نمی‌باشد. جهان، حقیقتا" فناناپذیر می‌باشد. یک هدیه کامل، برای ارضاء اصل کامل کوسمولوژی.

شواهدی که هم‌اینک در دست است، نشان می‌دهند که کل جهان نمی‌تواند به‌این سادگی‌ها باشد. درواقع، تئوری جهان یکنواخت، که هر کهکشان ذره غباری معلق در فضا بوده و همه‌چیز آرام می‌باشد؛ متعلق به نسل گذشته تئوری‌ها بوده و امروزه مدارک جدیدی از جهان به‌دست آمده است. به‌عنوان مثال، اینک می‌دانیم که کهکشانها با سرعتی متناسب با فاصله‌شان؛ از یکدیگر دور می‌شوند. درست مانند آنکه تمامی این کهکشانها روی صفحه‌ای پلاستیکی قرار داشته؛ که از طرفین و بطور یکنواخت درحال کشیده‌شدن می‌باشد. دور شدن کهکشانها، در سال ۱۹۲۹ م. توسط منجم بزرگ آمریکائی **ادوین هابل**[2] و همکارانش کشف گردید. از آن‌موقع تاکنون،

1. Sir Hermann Bondi 2. Edwin Hubble

این امر توسط بزرگترین تلسکوپ نوری جهان ، یعنی تلسکوپ ۲۰۰ اینچی مونت پالومار ، با دقت بسیار موردبررسی و تجربه قرار گرفته است . اثبات این نتیجه، به‌دو روش مستقل اندازه‌گیری فاصله کهکشان و سرعت این کهکشان نیازمند می‌باشد . اندازه‌گیری فاصله ، به‌روش قدم به‌قدم انجام گردید . در آغاز از کهکشانهای نزدیکتر شروع کردند ؛ این کهکشانها بزرگتر ، پرنورتر و آهسته‌تر می‌باشند . در برخی از آنان ، ستارگان متغیر شناخته‌شده‌ای وجود دارند که برای منظور ما مناسب می‌باشند . این ستارگان، دارای نوردهی درونی مشخصی هستند . به‌این‌ترتیب ، از روی شدت روشنائی ظاهری آنان از پشت تلسکوپ ؛ می‌توان فاصله آنان را محاسبه نمود .

با فرض اینکه روشن‌ترین ستاره یک تیپ مشخص ــ که معمولا " **فوق‌غول**[۱] نامیده می‌گردد ــ در همه‌جا دارای نوردهی درونی یکسان بوده و نوردهی آن به‌مکان کهکشان دربرگیرنده آن ستاره بستگی ندارد، می‌توان اندازه‌گیری فاصله کهکشانها را تا یک‌میلیون سال‌نوری بسط داد. برای اندازه‌گیری فواصل بزرگتر از یک‌میلیون سال نوری ؛ ضروری است که جای روشن‌ترین ستاره را با روشن‌ترین کهکشانِ خوشه‌های کهکشانها؛ عوض نمود. البته، فرض قبل درمورد یکنواخت‌بودن نوع کهکشانهای خوشه‌ها؛ در جای خود برقرار و معتبر است . با استفاده از این روش، می‌توان فواصل بعید را نیز محاسبه نمود .

برای پی‌بردن به‌سرعت یک کهکشان ، لازم است مقدار تغییرات انرژی نورانی منتشرشده کهکشان را محاسبه نمود . تشعشعات نورانی کهکشانهائی که از ما دور می‌شوند، انرژی ازدست می‌دهند . مشاهده نور سرچشمه‌های نورانی که به‌سوی ما درحرکتند ویا از ما دور می‌شوند ؛ انحرافی را به‌دوسوی طیف نورانی ــ یعنی آبی یا قرمز ــ نشان می‌دهد . استفاده از تغییرات امواج ساطعه متحرک‌ها برای دریافت خواص آنها ؛ نخستین‌بار توسط **داپلر** کشف شده و این انحراف نور؛ به‌**انحراف داپلر** معروف می‌باشد . که با کمک آن، می‌توان سرعت اجسامی را که از ما دور شده ویا به‌ما نزدیک می‌شوند؛ محاسبه نمود . انواری که توسط سرچشمه نورانی نزدیک‌شونده به‌ما می‌رسند ؛ دارای

1.Super Giant

طول‌موج کوتاه‌تر از طبیعی بوده و آبی‌تر هستند و به‌همین‌ترتیب؛ اجسامی‌که از ما دور می‌شوند ، دارای نوری با طول‌موج بیشتر و قرمزترند .

هابل نشان داد که،تمامی کهکشانها دورشونده بوده و سرعت دورشدن آنان با فاصله‌آنان متناسب می‌باشد . این امر با کمک تلسکوپ‌های نوری انجام پذیرفته،و هابل تا فاصله شش‌میلیون سال نوری این محاسبات را انجام داد . پس از او تاکنون ، با کمک رادیوتلسکوپ‌ها این محاسبات برای کلیه کهکشانهای رادیویی نیز تجربه شده است . طبیعتا" درمورد امواج رادیوئی ، از اثر داپلر روی این امواج استفاده گردیده است . نمی‌توان در مورد کهکشانهای بسیار دور با دقت زیاد حکمی قطعی ارائه نمود ؛ زیرا نور این کهکشانها متعلق به‌زمان دور گذشته بوده و احتمال تفاوت درخشش نور این ستارگان با کهکشانهای جوانتر و بالطبع نزدیکتر؛وجود دارد . هابل با مشاهده مسیر و طرز حرکت و سرعت کهکشانها به‌این نتیجه می‌رسد که ؛ کلیه این اجرام سماوی بطور حتم از یک نقطه در فضا و در زمانی در گذشته؛شروع به‌حرکت نموده‌اند . درواقع، طبق تئوری مشهور **انفجار بزرگ**[1] ، که نخستین بار توسط کشیش بلژیکی **کانون لومتر**[2] ارائه شد و ازآن‌پس مقبول‌ترین تئوری ایجاد جهان می‌باشد؛ کهکشانهای هابل می‌توانند با سرعت کنونی از یکدیگر دور شوند . یکی از تصاویر کنونی ایجاد جهان ، یا حداقل ایجاد این‌قسمت از جهان ، از تلفیق دو تئوری معروف خلق دائم و انفجار بزرگ بدست آمده است .

مقدار ماده جهان،در ابعادی که می‌شناسیم و در طول زمانی که محاسبه نموده‌ایم (که چیزی حدود دوازده‌میلیارد سال است) و نیروهای درونی این جهان معادلند با آنکه ؛ اگر در هر ثانیه در هر مایل‌مکعب از فضا یک هسته اتم هیدروژن به‌وجود آید . این هسته‌های اتم هیدروژن ، بنا به‌خاصیت هندسی فضا ، از **لطیف‌ترین غبار فضائی** به‌وجود می‌آیند . بنا به‌خاصیت هندسی فضا (یا جاذبه اینشتینی) این هسته‌ها به‌یکدیگر نزدیک و نزدیکتر می‌شوند . در طول زمان ، هردو اتم تبدیل به‌چهار اتم و . . . الی‌آخر شده

---

1. Big Bang
2. Canon Lemaitre

و کره‌ای را در فضا تشکیل می‌دهند. این کره به‌تدریج بزرگتر، فشرده‌تر و داغ‌تر می‌گردد. گرمای آن در اثر اصطکاک ذرات، روزبروز بیشتر می‌شود. فشردگی و گرمای این کره، که می‌توان به‌آن **کره جهانی**[1] نام داد، تا به‌آنجا بالا می‌رود که جاذبه این کره قادر به‌تحمل تمامی انرژی داخلی نگشته و منفجر می‌گردد. این، یک **انفجار بزرگ** است.

تراشه‌ها و ذرات حاصل از این انفجار، در تمامی فضا منتشر می‌گردد. هر تراشه این انفجار، یک کهکشان است که با سرعت شروع به‌فرار از محل اصلی انفجار خواهد نمود. این انفجار درحدود ۱۲ میلیارد سال پیش رخ داده، که البته درآن‌موقع، نام بردن از سال فقط برای نشان دادن مقیاس بوده؛ زیرا خورشید ما هنوز به‌فرم کنونی وجود نداشته است. هر توده جرم یا کهکشان، در طول مسیر خود و در داخل خود، قادر به‌ساختن خورشیدها گردیده و زیست عادی! خود را به‌صورتی که ما می‌شناسیم درپیش خواهد گرفت. پس از مدتی که این کهکشانها به‌حد کافی از یکدیگر دور گردیدند؛ به‌تدریج سرد شده و انرژی داخلیشان به‌اتمام می‌رسد. در پایان کار، چسبهای جاذبه‌ای بین ذرات؛ چسبندگی پرانرژی خود را ازدست داده و ذرات در فضای سرد پخش می‌شوند. پخش ذرات، تا آنجا که کلیه **انرژی سینتیک**[2] آنان به‌اتمام برسد، ادامه یافته و درفضا غبار بی‌رمقی باقی می‌ماند. این فضای بزرگ، چندین‌میلیون بار از فضای شناخته‌شده کنونی جهان بزرگتر است. سپس در هر ثانیه و در هر مایل‌مکعب از فضا، یک هسته اتم هیدروژن بنا به‌خاصیت هندسی فضا از این غبار رقیق و ظریف ایجاد می‌شود و الی‌آخر. در این داستان، که با مشاهدات علمی به‌بهترین نحوی توافق دارد، جهان بدون سرآغاز و بدون سرانجام دوره‌ای به‌خوبی تشریح می‌گردد. آیا سیاه‌چاله در یک‌چنین جهانی مزاحم تصویر ما خواهد گشت؟ نه به‌هیچ وجه.

در دوسر این سیکل می‌توان بجای کره بزرگ جهانی و غبار فضائی، دو سیاه‌چاله چرخشی با بارهای الکتریکی قوی قرار داد، که در اثر جذب

---

1. Cosmic Egg 2. Kinetic Energy

بارهای الکتریکی مخالف خارج از افق اتفاق ؛ به‌انفجار بزرگ دچار می‌شوند . درحال‌حاضر ، این صحیح‌ترین تصویر کل جهان است و این اولین‌باری است که چنین تصویر کاملی از جهان بدست آمده است . ما بسان افلاطون،که به زندگی در عصر سقراط افتخار می‌نمود ، افتخاری بس‌بالاتر داریم که در عصر اولین تصویر کامل جهان زندگی می‌کنیم . ممکن است این تصویر روزی بکلی زیر و زبر شود ، اما آنچه محقق است اینست که،بشر دیگر بدون تصویر از جهان باقی نخواهد ماند و تا تصویر دیگری ــ محققا" بهتر و صحیح‌تر از انفجار بزرگ ــ جانشین آن نگردد این تصویر به‌کنار گذارده نخواهد شد .

برای جهان،مدلهای مختلفی می‌توان درنظر گرفت ؛ که هرکدام نمایش قادر به‌تشریح مقداری از پدیده‌های فیزیکی می‌باشند . این تصاویر اغلب شامل انفجار بزرگ بوده ، برخی از آنان با مدل جاذبه اینشتینی و برخی دیگر با مدل جاذبه نیوتنی نزدیکی بهتر دارند . یکی از مهمترین این مدلها در سال ۱۹۳۲ م .،توسط **ای.ا.میلن**[1] ، برای برطرف نمودن تناقض جهان انفجار بزرگ با جهان ایزوتروپیک هموژن؛ساخته شد . برخی از این مدلها بغرنج‌تر بوده و بعضی ساده‌ترند ؛ بعضی واقع‌بینانه‌تر بوده و بعضی دیگر با تخیلات بیشتر همراهند . درواقع امروز به‌نظر می‌رسد که، کلیه سبکهای هنری وارد حیطه نجوم و فیزیک نیز گردیده‌اند . مدلهای فوق‌الذکر در بعضی امور مشترکند ، که شاید مهمترین آن ایجاد و تعریف **زمان جهانی**[2] باشد . زمان جهانی ، زمانی است که با ساعتی که توسط کهکشانها حمل می‌شود ؛ از لحظه آغاز حرکت کهکشانها تاکنون جاری گردیده است . به‌این‌ترتیب ، این ساعت جهانی یک زنجیره لحظات و اتفاقات جهانی است؛که توسط انبساط جهان در هر نقطه کوک می‌شود . انفجار بزرگ ، مدلی قابل‌ستایش از جهان است؛ که از تغییرات نوع بسیارخاص جهان حاصل شد . این مدل به‌طریقی بسیار طبیعی ، قادر به‌توضیح مشاهدات تجربی درمورد کهکشانهای دورشونده هابل می‌باشد . معمولا" عقایدی از این‌دست با اشکال زیاد به‌جذابیت و مقبولیت عام می‌رسند ؛ اما مدل انفجار بزرگ از بدو تولد تاکنون همواره با قبول

1.E.A.Milne 2.Cosmic Time

همگانی مواجه گردیده است .

مدل انفجار بزرگ،محققا " قادر به‌ارضاء اصل کامل کوسمولوژی نمی‌باشد . به‌این‌معنی که،شکل ظاهری جهان قویا " به‌زمان مشاهده مربوط می‌گردد . از آنجا که اصل کامل کوسمولوژی دارای شکوه وظرافت خاصی می‌باشد؛ درحدود سی وپنج سال پیش یک تئوری‌الحاقی برای انفجار بزرگ؛توسط منجم انگلیسی **سرفرد هویل**[1] و همکارانش، **سرهرمان باندی**[2] و **توماس گلد**[3]پیشنهاد گردید؛ تا به‌این‌ترتیب هردو مدل جهان در هم‌آهنگی با یکدیگر بسر برند . در مدل هویل، ماده بطور یکنواخت و دائم خلق شده تا پس از بسط‌هابل ؛ فضای مابین کهکشانها خالی نماند . مقدار این ماده بسیار اندک بوده و درواقع ، درحدود یک اتم هیدروژن درعرض سال در فضائی بـه‌اندازه یک ساختمان چهل‌طبقه؛یعنی حدود صدهزار مترمکعب می‌باشد . قلت مـاده تولیدشده ، باعث می‌شود که بطور موضعی نتوان آنرا مشاهده نمود . اگرچه تئوری "خلق دائم ــ انفجار بزرگ" "هویل ــ هابل" توانست اصـل کامل کوسمولوژی را حفظ نماید ؛ امـا ناگزیر از به‌کنارگذاردن اصل بقـاء انرژی گردیـد . ماده خلق‌شده برای پر کردن فضای خالی بین کهکشانها؛ از "هیچ" تولید گردیده بود . این مسئله،جواب فوق‌العاده ناراحت‌کننده‌ای به‌سئوال قبلی ما درمورد "جهان از کجا آمـده است؟" می‌داد ؛ از هیچ کجا . طبق تئوری "هویل ــ هابل"،جهان از عدم به‌وجود آمده بود .

جهان می‌بایست چنین رفتار غریبی از خود نشان دهد تا نیاز نسبتا " غریب اصل کامل کوسمولژی را ، برمبنای عدم وجود زمان ویژه در جهان ، ارضاء نماید. اگر مشاهدات هابل وجود نمی‌داشت، جهان درحالت یکنواخت بی‌حرکت بسر می‌برد. با کهکشانهایی به‌مانند ذرات غبار معلق و بی‌حرکت؛ بســان جزایری منفرد . دراینصورت،تئــوری خلق دائم ، محلــی از اعراب نمی‌داشت . جهان همواره به‌صورتی بود که بود و همواره به‌همین‌صورت باقی می‌ماند . آرام‌بخش‌ترین حالات در موقعی است کـه ، به‌دلیل یا دلایلی ،

---

1. Sir Fred Hoyle
2. Sir Hermann Bondi
3. Thomas Gold

انتقال داپلر و آنچه که بنام اثر داپلر معروف است؛از جهان فیزیک حذف گردد . اما اثر داپلر یک حقیقت تجربی است و به‌همین‌جهت ؛ حذف‌ناشدنی به‌نظر می‌رسد .

بغیر از تجربیات ذکرشده ، واپس‌رفتن داپلری کهکشانهای هابل،از یک بحث قوی و یک پشتیبانی نظری نیز برخوردار است ؛ به‌این‌ترتیب که : چرا در شب ، آسمان روشن نیست ؟ می‌دانیم که با هر زاویه باریکی که در شب به‌آسمان بنگریم ، درهرجهت که باشد ، حداقل به‌یک ستاره نظر افکنده‌ایم ؛ ستاره‌ای که می‌تواند بسیار بزرگتر و درخشانتر از خورشید ما باشد . به‌این ترتیب،مجموع کلیه نورهایی که به‌زمین می‌رسند بسیار زیاد خواهد بود . کوچک‌بودن و کم‌نور بودن ستارگان دور نسبت به‌ستارگان نزدیک‌تر ، با این حقیقت که تعداد ستارگان دور بسی بیشتر است جبران می‌گردد . درحقیقت، محاسبه مجموع این نورها به‌نتیجه شگفت‌آوری منتج می‌گردد ؛ ما انتظار داریم که روشنایی رسیده به‌زمین در شب؛حداقل به‌اندازه درخشش سطح خورشید ما که ستاره‌ای متوسط است باشد . زیرا مجموع تمامی انوار رسیده به‌زمین ، دقیقاً " برابر با سطح خارجی خورشید درخشندگی دارند . البته، اگر جهان بدون حرکت ایستاده بود و پارامترهای محاسبه فقط فاصله ستارگان و درخشندگی و تعداد آنان می‌بود ؛ این انتظار ما برآورده می‌گردید . اما، عملا " روشنائی زمین در شب اینقدر نیست .

این مشکل، در جهان فیزیک به‌**پارادوکس اولبر**[1] معروف است. مناسب‌ترین جواب آن اینست که : انوار رسیده از ستارگان دور، مقدار معتنابهی از انرژی خود را ازدست داده‌اند که این مقدار انرژی ازدست‌رفته ؛ به‌نسبت فاصله ستارگان زیاد می‌شود . مقدار انرژی ازدست‌رفته ، دقیقاً " همانقدر است که توسط انحراف داپلر درمورد کهکشانهای دورشونده محاسبه گردیده‌اند . هرقدر کهکشان دورتر باشد ، انحراف به‌سوی قرمز بیشتر می‌شود ، و ازدست رفتن انرژی نورانی زیادتر می‌گردد . پارادوکس اولبر ، از اثر داپلر قویاً " پشتیبانی می‌نماید . به‌این‌ترتیب ، انوار ستارگان دوردست انرژی و اهمیت

1.Olber Paradox

خود را ازدست داده و همانگونه که می‌دانیم؛ شب تاریک است .

همین اواخر مدرک مهمی در جانبداری از تئوری انفجار بزرگ ، بطریقی تصادفی ، بدست آمده است . از آن‌دسته پیش‌آمدهای خوش‌یمنی که باعث گسترش علوم گردیده،و به‌جهان‌بینی بشری کمک عمده می‌نمایند . در سال ۱۹۶۴ م . دو دانشمند آمریکائی ، **پنزیاس**[1] و آ **ر.ویلسون**[2] ، درحال شنیدن گیرنده رادیوئی ویژه خود روی طول‌موج هفت سانتی‌متر بودند . این گیرنده ، بیشتر شبیه به‌شیپوری با دهان باز ، و رو به‌آسمان بود . روی این طول‌موج ، صداهای ناخواسته‌ای کـه به‌طرزی غیرمنتظره بـزرگ بودند؛در زمینه وجود داشتند . آنان تلاش می‌نمودند تا از شر این صداهای مزاحم خلاص شوند ؛ اما هرچه بیشتر کوشیدند کمتر موفق گشتند . بطوریکه در آخر کار ، تلاشهای خود را به‌کنار گذاشته و وجود این اصوات را به‌عنوان **صدای** درونی جهان؛ پذیرفتند . **ر.دایک**[3]، دانشمند دیگری که در آن حوالی به‌کار مشغول بود ، وقتی از نتیجه کار آنان مطلع گردید پیشنهاد نمود که ؛ آنچه آنان بدست آورده‌اند بازمانده یـک تشعشع بسیار پرانرژی بوده که در مراحل نخستین؛ انفجار بزرگ به‌وجود آمده است .

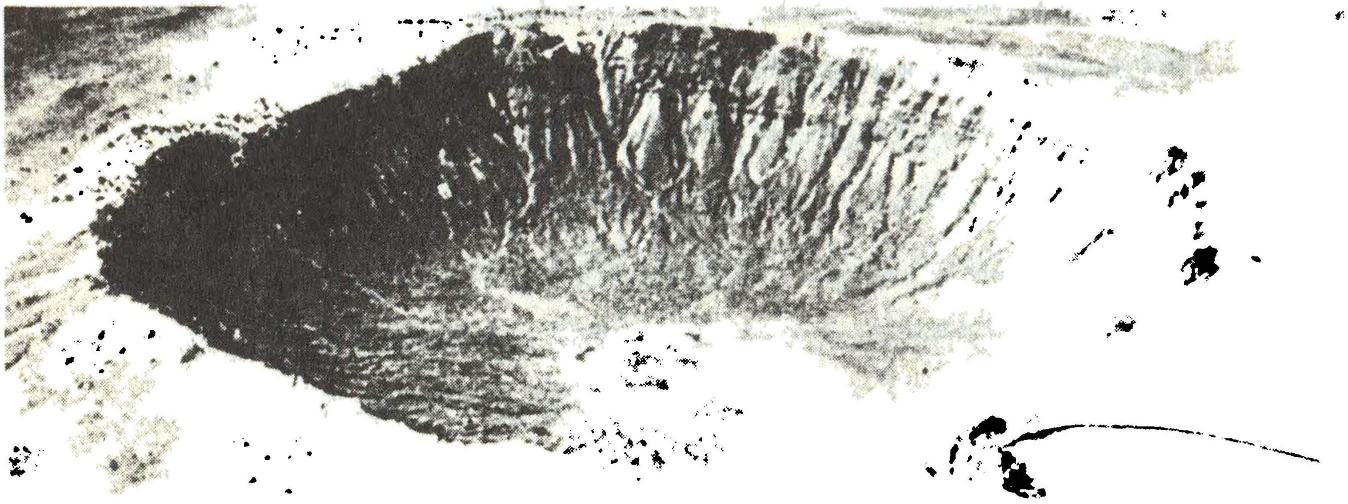
نتیجه کار پنزیاس و ویلسون ، بسیار پرثمر بود . اولا" آنان توانستند درجه‌حرارت فضای مابین کهکشانها را اندازه‌گیری نمایند ؛ که درحدود سه درجه بالاتر از صفر مطلق؛یعنی حدود ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد است . و این، مـدرک بسیار ارزنده‌ای در پشتیبانی از اصـل دوم ترمودینامیک می‌باشد . ثانیا" ، آنان توانستند صدای انفجار بزرگ را روی طول‌موج هفت سانتی‌متر بشنوند. این امر به‌ویژه بسیار مهم می‌باشد، اخیرا "نسلهای‌جدید تلسکوپهای شنونده یـا "گوشی" ساخته شده‌اند که به"**شنیدن**" جهان اشتغال دارند و مهمترین آنان در نیوجرسی قرار دارند .

مطلب بسیار سـاده است . اگـر انفجار بـزرگ واقعا" رخ داده است ، حادثه‌ای پرسروصدا بوده و صدای آن درحقیقت بزرگترین **صدای** همه زمانها

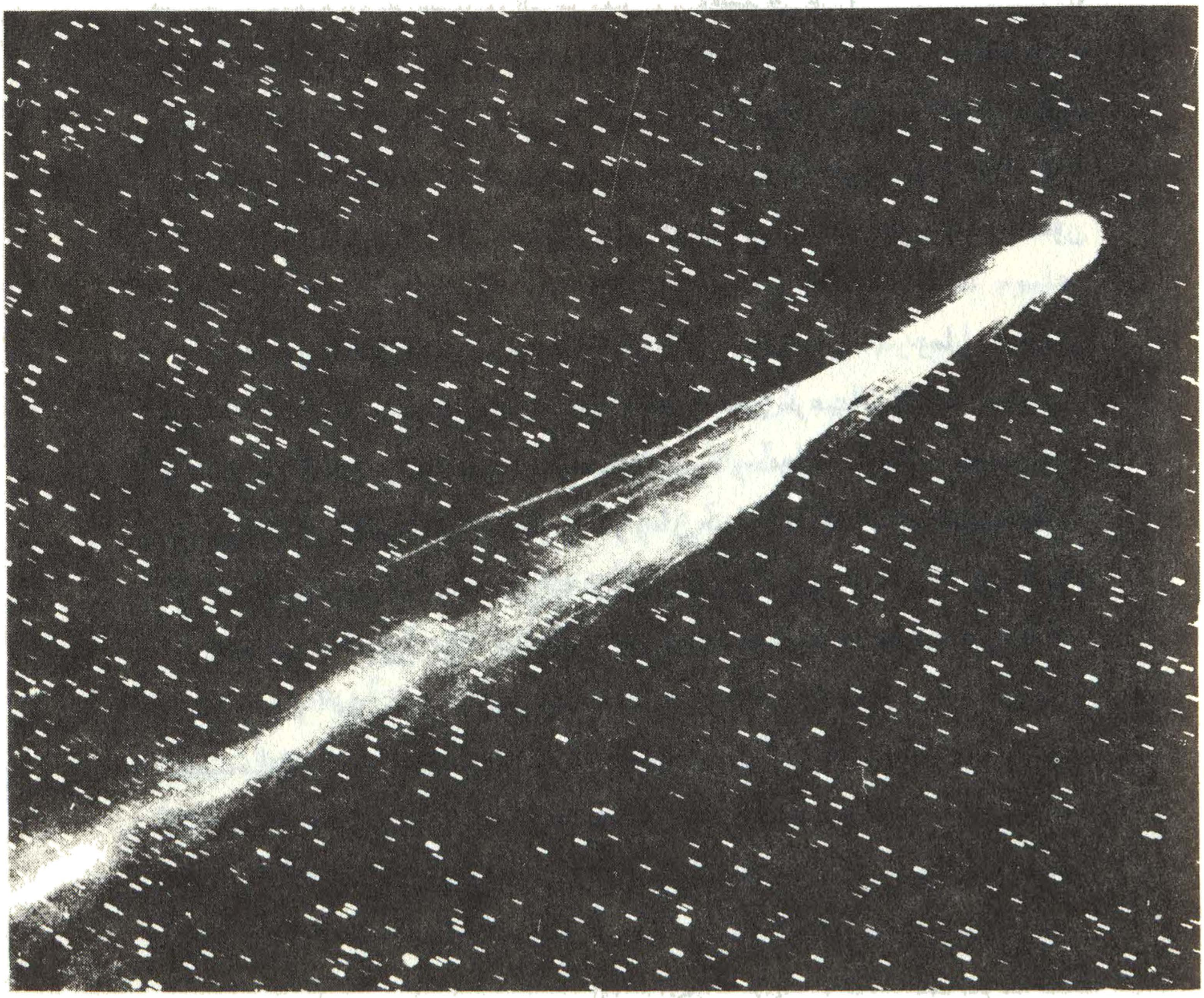
1.A.Penzias

2.R.Wilson

3.R.Dicke



حفره شهابی ، نزدیک آریزونای امریکا .



ستاره دنباله‌دار ، ۱۶ نوامبر ۱۹۵۸ م .

می‌باشد . این صدا نمی‌تواند ازبین رفته باشد . اگر با کمک گوشهای بزرگ به‌فضا "بنگریم"! ، باید قادر به‌شنیدن آن باشیم ، و هستیم . طول‌موج هفت سانتی‌متر ، بزرگترین ارمغان سالهای اخیر را برای ما آورده است و نکته مهم اینکه با تغییرجهت گوش، در کیفیت صدا تغییری ایجاد نشده و این صدا در همه جهان و در تمام جهات وجود دارد . تجربیات یکی‌دوساله اخیر نشان می‌دهند؛که با تغییر طول‌موج هنوز می‌توان درجه‌حرارت فضای خالی مابین کهکشانها را اندازه گرفت ؛ این اندازه‌گیری‌ها تماما" ما را به‌سوی صفر مطلق راهنمائی می‌کنند . درواقع، حرارت اندک ۳+ درجه صفر مطلق ، با اصطکاک ماده رقیق فضای خالی توافق داشته و درصورتیکه خلاء مطلق می‌تونست موجود باشد ؛ درجه‌حرارت آن صفر می‌گردید . اکتشاف صدای بزرگ ، که تمامی فضا را در تمامی جهات پر کرده است ، فقط و فقط با کمک تئوری انفجار بزرگ قابل‌توضیح است و درواقع؛ امروزه یکی از بزرگترین مدارک این تئوری می‌باشد . همانگونه که دایک می‌گوید ، با تئوری خلق دائم فضا بدون انفجار بزرگ، به‌هیچ‌وجه نمی‌توان نتایج آزمایشات پنزیاس و ویلسون را توضیح داد .

ما امروزه قادریم به‌وضوح نشانه‌های آغاز جهان را ، در زمان مشخصی در گذشته ، ببینیم . نکته مهم اینست که با داشتن سرعت کهکشانها ، فواصل و حجم ماده درونی آنان، مقدار درخشش نور و درجه‌حرارت فضای مابین آنان؛ می‌توان امکان اولیه این انفجار را در زمان دوازده‌میلیارد سال پیش محاسبه کرده ؛ حجم ، وزن و درجه‌حرارت کره انفجار بزرگ را بدست آورد . درنتیجه این محاسبات، امروزه می‌دانیم که درجه‌حرارت تشعشعات صادره درست صد ثانیه پس از آغاز جهان ، یعنی یکصدثانیه پس‌از آغاز انفجار بزرگ ، درحدود یکصدمیلیون درجه سانتی‌گراد بوده است . و از آن‌زمان تاکنون، با فاکتوری متناسب با معکوس جذر زمان کاسته گردیده است ، $t^{-\frac{1}{2}}$. درجه‌حرارت جهان، با انبساط جهان به‌تقلیل خود ادامه داده تا به‌نزدیکی صفر مطلق برسد .

این حالت بسیار گرم مراحل اولیه ایجاد جهان ، برای تشریح سرچشمه ایجاد مقادیر زیاد هلیوم موجود در جهان بسیار ضروری است . درحدود

ده‌درصد کل جهان، هلیوم می‌باشد . تا قبل از این تئوری ، درک چگونگی پیدایش چنین مقدار زیادی هلیوم توسط تکامل فضائی؛ غیرممکن بوده است . از آنجا که ستارگان، انرژی خود را از سوزاندن هسته‌ای هیدروژن خود بدست آورده و درنتیجه هلیوم تولید می‌نمایند ، وجود مقداری هلیوم که بعدا" تولید شده قابل‌درک است . اما برای یک کهکشان مثل راه شیری، که حدود ده‌میلیارد سال عمر دارد ، تولید هلیوم توسط هیدروژن ستارگان، درحدود یک‌دهم مقداری است که واقعا" در این کهکشان مشاهده می‌گردد . تئوری انفجار بزرگ ، ایجاد مقدار عظیم هلیوم موجود در فضا را به‌ترتیب زیر توضیح می‌دهد :

درحدود یکصدثانیه پس از انفجار ، مقدار زیادی نوترون و پروتون توانستند در فضای داغ و شلوغی که در آن‌لحظه بوجود آمده بود به‌سوی یکدیگر شتافته و به‌یکدیگر متصل گردند . به‌این‌ترتیب ، ده‌درصد مواد توانستند تبدیل به‌هلیوم شوند . در مرحله بعد ، با انبساط جهان، درجه حرارت بطرز موءثری پائین آمد. بطوری‌که فعل و انفعالات هسته‌ای برای تولید هلیوم متوقف گردیده و هلیوم، درواقع در داخل فریزر منجمد گردید ! ! تا در مراحل بعدی، برای ساخت ستارگان ازطریق انقباض چرخشی بکار رود .

قبل از آن‌زمان ، کره منفجرشده شامل **پلازمای**[1] داغ ذرات باردار بوده و درحقیقت قسمت اعظم آنرا این ماده تشکیل می‌داد . پروتون‌ها ، نوترون‌ها و الکترون‌ها به‌اطراف حرکت کرده و به‌یکدیگر برخورد می‌نمودند . این ذرات، درحالت پلازما بسیار داغ و درخشان بودند . اگر اندکی در زمان به‌عقب بازگردیم، به‌درجه‌حرارت فوق‌تصور یک‌میلیارد درجه سانتی‌گراد در یک دقیقه پس‌از انفجار بزرگ می‌رسیم ، که گرمائی کافی برای چسبندگی پروتون و نوترون بوده است . کمی قبل از آن ، یعنی درست یک‌ثانیه پس‌از آغاز جهان ، ماده بقدری داغ بوده که زوج‌های الکترون و همراه ضدماده‌اش پوزیترون، به‌مقدار زیاد در اثر نور بینهایت ! و درجه‌حرارت خارق‌العاده ده‌میلیارد درجه سانتی‌گراد، تولید گردیدند. می‌دانیم که ماده دارای یک‌سری مشخصه فیزیکی

---

1. Plasma

مانند ، چرخش و بار الکتریکی می‌باشد . ذره ضدماده از هرنظر با ذره مادی متشابه بوده ؛ فقط مشخصات آن درجهت معکوس می‌باشد . به‌عنوان مثال ، پوزیترون درواقع الکترونی است که دارای بار مثبت می‌باشد . وجود این ذرات ، در تشکیل هلیوم موجود دارای اهمیت بسیار می‌باشد . محاسبات نشان می‌دهند که به‌خاطر وجود این ذرات ، دقیقا" می‌بایست همان ده درصد هلیوم مذکور؛بوجود آید . به‌این‌ترتیب ، وجود مقدار فراوان هلیوم، با تئوری انفجار بزرگ به‌خوبی تشریح می‌گردد .

ما می‌توانیم باز هم به‌عقب برگردیم . اگرچه پیش از یک‌ثانیه،تمامی محیط تقریبا" یکسان می‌باشد ؛ اما درجه‌حرارت محققا" بسیار بالاتر است . هرقدر در جهان به‌عقب بازگردیم ، جهان فشرده‌تر شده و گرمتر می‌گردد . یک‌ده‌هزارم ثانیه پس از آغاز جهان ؛ درجه‌حرارت یک‌هزار میلیارد درجه سانتی‌گراد بوده است . در اینجا حوادث دیگری درحال وقوع بوده‌اند ، حوادثی که قهرمانان اصلی آن ذرات هسته پروتون و نوترون و همراهان ضدماده آنان بوده‌اند . اتم‌شناسی مدرن ، برای پیشبرد ستاره‌شناسی مدرن، نهایت ضرورت را دارا می‌باشد . ذرات ضدماده پروتون‌ها و نوترون‌ها،به‌نام **هادرون**[1] نامیده گردیدند. درآغاز تصور می‌شد که هادرون‌ها، مانند نوعی چسب ، در هسته عمل نموده و باعث چسبندگی پروتون‌ها و نوترون‌ها به یکدیگر می‌شوند . زیرا قبل از آن معلوم شده بود که ذرات نور ، یعنی فوتون‌ها ، مانند چسبی باعث نگهداری الکترون‌ها و هسته به‌یکدیگر در داخل ساختمان اتم می‌گردند . وجود ذرات چسبنده کوچک ، اولین‌بار در سال ۱۹۳۵ م . توسط دانشمند ژاپنی **هایدکی یوکاوا**[2] پیشنهاد شده بود . اولین این ذرات،یعنی **پی ــ مزون** ، در سال ۱۹۴۷ م . کشف گردید . از آن به‌بعد لشگر کاملی از این ذرات ، همگی سنگین‌تر از پی ــ مزون ، مکشوف گردیدند . در درجه‌حرارتی بالاتر از یکهزارمیلیارد درجه سانتی‌گراد و زمان مربوط به‌آن ، که کمتر از یک‌ده‌هزارم ثانیه است ، این ذرات به‌هیجان آمده و توانستند به‌وفور و سرعت تولید شوند . برای اینکه باز هم در زمان به‌عقب

1.Hadron 2.Hideki Yukawa

بازگردیم ، و در درجه‌حرارت بیشتر رفتار فیزیکی مجموعه را بررسی نمائیم ؛ لازم است بدانیم که چه انواعی از این ذرات می‌توانند خلق گردند .

نخستین حالتی که می‌تواند وجود داشته باشد اینست که ، با ازدیاد درجه‌حرارت، فقط مقدار کمی از این ذرات تولید شوند . دراینصورت، انرژی فشردگی زمانهای اولیه ، تبدیل به‌سرعتهای زیاد این ذرات می‌گردد . که این امر، خود باعث ازدیاد درجه‌حرارت می‌گردد . حالت دوم اینست که ، در زمانهای اولیه مقدار بسیار زیادی از این ذرات به‌هیجان‌آمده تولید شوند . دراینصورت انرژی فشردگی ، باعث تولید مقدار بسیار زیادتری از این ذرات گردیده و باعث حرکت سریع‌تر آنان و رفتن آنان به‌این‌سو و آن‌سو نخواهد گردید . دراین‌حالت ، درجه‌حرارت افزایش نخواهد یافت . جهان به‌حالت گرم خود ، درحدود یکهزارمیلیون درجه و در زمان یکهزارمیلیاردم ثانیه ، باقی خواهد ماند .

احتمال وقوع حالت دوم بیشتر بوده ، زیرا با خواص ذرات هادرون که در سه دهه اخیر کشف گردیده‌اند؛ بسیار بیشتر وفق می‌دهد . شناسائی خواص این ذرات، توسط **شتاب‌دهنده**های ذرات پرانرژی، که اخیرا " در نقاط مختلف سراسر زمین ساخته شده‌اند، انجام پذیرفته است. توسط این شتاب‌دهنده‌ها مکشوف گردیده که هرچه حرارت یا انرژی معادل آن زیاد شود ؛ مقدار بیشتری هادرون تولید می‌گردد . به‌وسیله این ابزارهای ظریف و حساس، که اینجا و در روی زمین ساخته شده است، ما می‌توانیم به‌عقب بازگردیم . حتی تا آنجا که، به‌سرآغاز و سرچشمه زمان برسیم . که این، درواقع شاهکاری از عملیات ردیابی و کارآگاهی ! محسوب می‌شود . مسئله ازنظر حرارتی به‌این ترتیب خلاصه می‌شود که کره جهانی ، که خود چیزی نیست جز توده انرژی درهم‌فشرده ، با انفجار داغ خود جهان را آغاز نمود .گرما تاحدود یک‌ده‌هزارم ثانیه پس از آن ثابت ماند، و سپس به‌آهستگی آغاز به‌سرد شدن نمود . تا امروز که حدودا " دوازده‌میلیارد سال از آن تاریخ گذشته؛ به‌حدود سه درجه رسیده است .

یکی از اثرات مهم مرحله نخستینِ انفجار بزرگ ، وجود تغییرات و نوسانات در مقدار انرژی است . این تغییرات باعث فرم گرفتن ماده با نرخ

مناسب گردیده‌اند ؛ که به‌نوبه خود در مراحل بعدی باعث ایجاد اجسامی به‌اندازه کهکشانها گردید . این امکان درحال‌حاضر به‌طور جدی موردتحقیق قرار گرفته و امروزه مشخص شده که در یک‌لحظه پس از انفجار ؛ این تغییرات بزرگ انجام پذیرفته‌اند . از آنجا که کهکشانها می‌توانند از تبدیل انرژی به‌جرم در مراحل نخستین انفجار بزرگ بوجود آیند ؛ احتمال زیاد وجود دارد که مقارن با این امر مجموعه‌هائی از وقایع ، ماده و انرژی به‌صورت فوق‌العاده درهم‌فشرده به‌وجود آیند؛ بطوری‌که تراکم شدید به‌آنان اجازه انبساط درمقابل جاذبه درونی را ندهد . آنان می‌توانند فقط تبدیل به سیاه‌چاله‌هائی با اندازه‌های مختلف گردند ؛ ما می‌توانیم حدود تقریبی اندازه آنان را ازنظر بزرگی و کوچکی پیدا نمائیم. کوچکترین این سیاه‌چاله‌ها، کمی بیش از ذرات تشکیل‌دهنده آن وزن دارد و درواقع ؛ محاسبات نشان می‌دهند که وزن کوچکترین آنان درحدود یک‌ده‌میلیونیوم گرم می‌باشد .

سیاه‌چاله‌ای به‌این کوچکی به‌راستی اعجاب‌آور می‌باشد و ایجاد آن جز تحت شرایط فوق نیرومند انفجار بزرگ ، امکان‌پذیر نیست . این سیاه‌چاله‌ها در فضا پخش شده و با سرعت متوسطی که کهکشانها حرکت می‌نمایند ؛ در فضا حرکت می‌کنند . سرعت آنان درحدود هشتصد کیلومتر در ثانیه است . اگر تخمین اولیه‌ای که قبلا" به‌آن اشاره شد صحیح بوده و نود و هشت درصد ماده جهان در سیاه‌چاله‌ها باشد ؛ درآن‌صورت بخش عظیمی از ماده در سیاه‌چاله‌های کوچک می‌باشد . برخی از این سیاه‌چاله‌های کوچک دارای بارهای الکتریکی بوده و رفتار آنان ؛ بی‌شباهت به‌رفتار پروتونهای پرانرژی نیست . پروتونهای پرانرژی ، همانگونه که می‌دانیم ، از فضاهای خارج به‌سوی ما آمده و با زمین برخورد می‌کنند. برای آهسته‌ترنمودن یا توقف سیاه‌چاله‌های کوچک،به‌مقادیر بزرگ ماده نیاز می‌باشد . یکی از سبکترین آنان می‌تواند در برخورد به‌کره زمین از وسط‌زمین گذشته و از آن‌سو به‌فضا بازگردد ؛ اما در صورت برخورد به‌خورشید ، متوقف خواهد شد . تاکنون ازسوی دانشمندان پیشنهادات جدی برمبنای برخورد و گیرافتادن این سیاه‌چاله‌های کوچک در خورشید ، مطرح شده است . یکی از دلایل مهم این پیشنهادات ، تشعشعات پرانرژی خورشید بوده که دلیل ظاهری آن شناخته‌شده نمی‌باشد؛اما با فرض

وجود یک سیاه‌چاله کوچک در مرکز خورشید ، می‌توان آنان را تعبیر نمود .

این،به‌واقع مسئله آزاردهنده‌ای است . تجربیات علمی،تاکنون قادر به دریافت تشعشعات مرکز خورشید نبوده‌اند . چرا از مرکز خورشید به‌این نزدیکی ، چیزی به‌ما نمی‌رسد ؟ شاید یک یا چند سیاه‌چاله کوچک درحال بازی‌دادن ما بوده؛و اساسا" اجازه صدور این امواج را از مرکز خورشید نمی‌دهند . اگر این امر واقعیت داشته باشد ، سیاه‌چاله‌ها بسیار نزدیکتر از آن می‌باشند که تصور می‌نمودیم . دراین‌صورت ، خورشید نهایتا" توسط هسته مرگبار وحشتناک درونی‌اش بلعیده خواهد شد . این امر بسیار کمتر از آنچه می‌اندیشیدیم ، یعنی فقط ده‌میلیون‌سال،به‌طول خواهد انجامید . هم‌اینک،ممکن است خورشید ما صحنه نبرد بین تاریکی و روشنائی باشد . اما این‌بار ، در پایان کار ، تاریکی حتما" پیروز خواهد شد .

یکی از مهمترین کارهائی که با کمک تئوری انفجار بزرگ می‌توان انجام داد ؛ محاسبه سرعت زمین نسبت به‌بقیه جهان است . طرز عمل به‌این‌ترتیب است که برطبق نظریه داپلر ؛ حرکت کره زمین در تشعشعات زمینه ــ که نمایانگر ۳ درجه‌حرارت برای فضای خالی هستند ــ باعث ازدیاد گرما در سوی حرکت و ازدیاد سرما درجهت مخالف می‌شود . ما باید قادر به‌مشاهده این امر، به‌صورت یک اثر غیرایزوتروپی،در تشعشعات زمینه باشیم . و به‌این ترتیب ، جهت حرکت مشخص می‌گردد . پس‌از بررسی بسیار ، درحقیقت این اثر غیرایزوتروپی حتی به‌میزان یک‌درهزار نیز مشاهده نگردید . این امر نشان می‌دهد که زمین ، نمی‌تواند حرکتی سریعتر از سیصدکیلومتر در ثانیه داشته باشد. که این، با ملاحظه سرعتهائی که خواهد آمد، صحیح نمی‌باشد . و درحقیقت،آزمایشات غیرایزوتروپی باید با دقت بیشتر دنبال شوند .

می‌دانیم که زمین با سرعت ۳۰ کیلومتر در ثانیه به‌دور خورشید درحال چرخش است ؛ و خورشید با سرعت ۲۵۰ کیلومتر در ثانیه به‌دور مرکز کهکشان درحال حرکت دورانی است . خود کهکشان راه شیری ، درگروه محلی با سرعت یکصدکیلومتر در ثانیه درحال حرکت است . مجموعه این سرعتها ، حقایق زیادی را درمورد جهانی که درآن زندگی می‌کنیم به‌ما نشان می‌دهد . آزمایشاتی که به‌تازگی انجام یافته‌اند،نشانه‌هائی از وجود جهتی خاص در

تشعشعات زمینه نشان می‌دهند ؛ ما به‌تازگی آغاز به‌دریافت نخستین درک خویش از مجموعه اثرات جهان به‌روی خویش کرده‌ایم .

آنچه تاکنون بدان اشاره نموده‌ایم مجموعه دریافتهای ما بوده ؛ اما تعداد بیشماری سئوال به‌همراه این دانشها برای ما ایجاد گردیده‌اند . در مورد برخی از این سئوالها تاکنون مقداری تحقیقات علمی انجام پذیرفته و بعضی دیگر از این مسائل ؛ هنوز دست‌نخورده باقی مانده‌اند . ما در اینجا فهرست‌وار به‌آنان اشاره نموده و از ذکر کارهائی که درمورد آنان انجام گردیده، درمی‌گذریم . اولین مسئله که مقادیر زیادی تحقیقات علمی درباره آن انجام پذیرفته اینست که:جهان ما در مرحله آخر انقباض یک سیاه‌چاله چرخشی ، که خود متعلق به‌جهان دیگری بوده است ، بوجود آمده است . مسئله بعدی استفاده از درجه‌حرارت فضای بین کهکشانها ، یعنی ۳ درجه سانتی‌گراد برای دربرگیری و انتقال انرژی ، می‌باشد . این امر،کمک شایانی به‌فهم مسئله ایجاد ماده عظیم سازنده کهکشان‌ها از انرژی محض‌کره جهانی می‌نماید . مسئله مهم دیگر عدم‌کارآئی اصل علیت در مراحل نخستینِ انفجار بزرگ بوده ؛ که این امر با مطالعه ذرات ماده و ضدماده در این کره داغ؛بدست می‌آید . نکته بعدی نشان دادن طرزعمل سیاه‌چاله‌های کوچک به‌مثابه تخم میوه‌جات روی زمین می‌باشد ؛ که مرگ میوه ، خود زایش نسل بعد را به‌ارمغان می‌آورد. جهان‌سازی این سیاه‌چاله‌ها از اهمیت بالای تئوری برخوردار است ! پس از آن باید به‌مشگل دیگری رسیدگی نمود؛که چگونه در کره فضائی ، پروتون‌ها و نوترون‌ها و بطورکلی ذرات مادی از زوج‌های ضد ماده خود؛یعنی ضدپروتون‌ها و ضدنوترون‌ها یا بطورکلی هادرون‌ها جدا باقی ماندند و این جدائی؛به‌سبب نیروهای درونی بوده یا اصولا" ذرات ضدماده بعدا" به‌وجود آمدند .

یکی از معماهای جهان اینست که، چرا برتری کمّی جهانی با ذرات مادی است نه ذرات ضدماده ؟ آیا این امر فقط در منطقه کهکشانی ما صادق است؛ یا در همه جهان اوضاع به‌همین منوال می‌باشد ؟ مشگل دیگر ، هموژن بودن کامل جهان در مراحل نخستینِ انفجار بزرگ می‌باشد . انفجاری می‌تواند هموژن باشد که در یک کره به‌مفهوم اقلیدسی ؛ در تمامی جهات با

فواصل شعاعی یکسان، ماده منفجره یکسان داشته و تمامی نیروها بر روی آن بطور مساوی اعمال گردد. آیا انفجار بزرگ از چنین نوعی بوده است؟ یکی از مهمترین دریافته‌های کنونی، که ما را با مشگلی عذاب‌دهنده روبرو می‌نماید، سرعت کهکشانهای دورشونده است. به‌نظر می‌رسد که کهکشانها، تماماً" روی سطح بادکنکی دائماً" فزاینده و بزرگ‌شونده (به‌خاطر انفجار بزرگ مرکزی)، به‌سرعت از یکدیگر دور می‌شوند. آنان که در لبه بیرونی قرار دارند، با حرکت خود جهان را منبسط‌تر و بزرگتر می‌نمایند؛ اما پس از آنکه برای ما سرعتشان به‌نصاب سرعت نور رسید، از نظرگاه ما محو می‌گردند. این محوشدن، یک‌به‌یک گریبان تمامی کهکشان‌ها را می‌گیرد، تا آنجا که همسایه‌های دیواربه‌دیوار ما نیز در جهان منبسط، آنقدر دور و سریع می‌گردند که محو شده و ما را در جهان بکلی تنها خواهند گذاشت. در این زمینه، تحقیقات **سرآرتور ادینگتون**[1] راهگشای تحقیقات بعدی است. مسئله بعدی اینست که، این دور شدن و ازبین‌رفتن کهکشانها؛ افق جدیدی را معرفی می‌نماید که به‌مثابه افق اتفاق اطراف سیاه‌چاله عمل می‌نماید. ما هرگز نخواهیم دانست که محوشدن کهکشانها، از نوع نوری یا جاذبه‌ای می‌باشد. کهکشانهای جهان بر دونوع می‌باشند؛ آنان که برای ما قابل‌مشاهده‌اند و آنان که غیر قابل‌مشاهده می‌باشند. خطی که این دوجهان را از یکدیگر متمایز می‌سازد، به‌**افق ذرات**[2] معروف است.

این مسائل و بسیاری مسائل دیگر، ازقبیل آنچه در ذیل ذکر خواهد شد، موضوعات تحقیقات سالهای آینده را تشکیل خواهند داد. نتیجه این تحقیقات چه خواهد بود؟ ما هنوز نمی‌دانیم. اما بدون‌تردید آنچه محقق است اینست که، ما تاکنون به‌پیشرفتهای زیادی در فهم جهان اطراف خود نائل گشته و معماهای بسیاری را حل نموده‌ایم و بدون‌تردید، در آینده مسائل بسیار بیشتری را نیز حل خواهیم نمود.

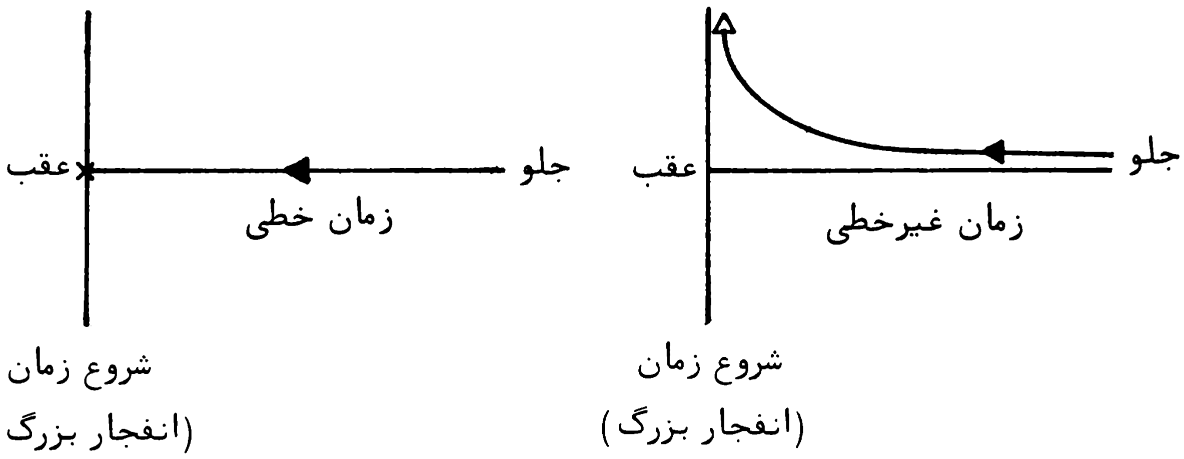
یکی از مسائلی که امروزه به‌آن اهمیت تحقیقاتی داده می‌شود؛ غیرخطی بودن زمان است. به‌نظر می‌رسد که در آغاز جهان ــ هنگامیکه کره جهانی

1.Sir Arthur Eddington   2.Particle Horizon

با گرما ، درخشندگی و فشردگی زیاد شروع به‌ایجاد جهان نمود ــ اولا ": فضا و مـاده به‌صورت کنونـی مفهومی نداشت؛کـه متأسفانه حالت فوق‌پلازمای آن‌موقع هنوز ازنظر آزمایشگاهی تکـرار نگردیده ؛ اگرچه پیشرفتهای خوبی در این زمینه حاصل شده است. ثانیا ": لحظات زمانی آن‌موقع،دارای سنگینی و ارزش بیشتری نسبت به‌لحظات مابعد بوده‌اند . اولین جرقه ایجاد زمان، بدون‌تردید از اهمیت بسیاری برخوردار است ؛ تغییراتی کـه در این‌لحظه رخ داد بواقع شگرف بـوده است . آخر مگر نه، دقیقا " در این لحظه است که جهان به‌دنیا آمده است ! ؟ زمان،در چندمیلیونیم ثانیه نخستین،بسیار بسیار به‌آهستگی می‌گذشت ؛ زیرا وقایع بزرگ درحال رخ‌دادن بود . پس از گذشت زمان ، و آرام‌تر شدن حادثه ، زمان سریعتر و سریعتر گردید . پدیده زمان غیرخطی،هنوز به‌دست تیزچنگال شکاکان‌آزمایشگاههای‌فیزیک نیفتاده، اما دامهای چندی در سر راه آن تعبیه گردیده است . پس از گذشت اندکی زمان و آرام‌تر شدن وقایع ؛ ما قادر به‌تشخیص سرآغاز وجود می‌گردیم . در اینجا فقط ذرات مقدماتی یعنی پروتون و نوترون و همراهان‌آنها، هادرون‌ها، جهانی را که ما در آن هستیم ساخته‌اند . اگر کمی به‌قبل بازگردیم ، ذرات اولیه به‌ذرات مقدماتی تشکیل‌دهنده خود آنان تجزیه می‌شوند . اگر باز هم اندکی به‌عقب بازگردیم ، به‌ذرات مقدماتی‌تر رسیده تا ... ؛ جائی‌که به‌انرژی محض می‌رسیم .

آنگاه ، جهان سـرد ! شد و زمـان حالت عادی‌تر ! ! خود را بازیافت .

تصویر زمان غیرخطی **قادر به‌حل معمای ناراحت‌کننده‌ای است** . بدون این زمان ، ما همواره تمایل داریم که به‌لحظه قبل از انفجار بزرگ و به‌خود کره؛ و حتی بـه‌قبل از آن و قبل از آن‌دیگری فکـر کنیم . شاید تصاویر ما برای ایجاد جهان ، ازیکسو حقیقتا " محدود بـه‌کره جهانی گردد . دراینصورت، زمان معمولی خطی ، مـا را در حرکتمان به‌سوی عقب به "غیرممکن " ؛ یعنی به‌کره جهانی، می‌رساند . به‌این‌ترتیب که، شدیدا "به‌دیوار غیرممکن تصادف نموده و از آنجا عقب‌تر نمی‌توانیم برویم . اما زمان غیرخطی ، حرکت ما را بسیار نرم نموده و درواقع هرگز به‌آن نمی‌رسیم ؛ فقط می‌توانیم با آن مماس گردیم . در تصویر جهان غیرخطی با زمان غیرخطی ، که وقایع درباره زمان



شکل ۱۲ : تفاوت زمان خطی و غیرخطی در شروع زمان .

حکم رانده و تصمیم می‌گیرند ، جهان سرآغازی ندارد و همواره وجود داشته است . اگر ما در آنجا ــ در آن چندبیلیونیم ثانیه نخستین ــ حضور داشته و واقعه را با همه عظمت و شکوه جاودانگی آن می چشیدیم ؛ آنگاه درمی‌یافتیم که زمان انجام این واقعه تا ابدیت بوده و نمی‌توان از راه دور؛ با کلام ساده "چندبیلیونیم ثانیهِ نخستین" درباره آن حکم رانــد و سخن گفت . شاید زمان گذشتن ثانیه اول ، از زمان گذشتن آنچه که بعدها تاکنون پیش‌آمده ــ یعنی حدود دوازده‌بیلیون سال ــ بیشتر بــه‌طول انجامیده است . به‌این ترتیب ، ما مجددا" به‌مدل دیگری از جهان بدون سرآغاز دست یافته‌ایم .

مسئله دیگری کــه باید موردبررسی قرار گیرد ؛ نوع خاص اتصال جهان میکروسکپی بــا جهان ماکروسکپی در انفجار بــزرگ است . بررسی‌هــا نشان می‌دهند که هیچکدام از ذرات اولیه‌،نسبت به‌دیگری دارای رجحان نبوده

و ایـن ذرات می‌توانند از یکدیگر بـه‌وجود آیند . دراینصورت، جهـان ما می‌توانسته در آغاز از ذرات مادی ــ که خود خالق خود و یکدیگر می‌باشند ــ شروع شده باشد . به‌این‌ترتیب ، وجود این ذرات به‌واقع نسبی بوده و هیچ ذره‌ای بنام ذره مقدماتی اول وجود ندارد . هر ذره‌ای می‌تواند درعین‌حال، خالق ذرات دیگر و خود مخلوق دیگر ذرات باشد . این امر هنوز محتاج به بررسی بیشتر است .

برای بوجودآمدن کره فضائی نیز نظرات مختلفی ابراز گردیده است؛که برطبق یکی از این عقاید ، کره فضائی از یـک سیاه‌چاله چرخشی متعلق به جهان دیگر یا درحقیقت جهان قبلی به‌وجود آمده است . همانگونه که قبلا " توضیح داده‌ایـم ، سرنوشت یـک ستاره منقبض‌شده در مرحلـه آخر و محو گردیدن از این جهان ؛ می‌تواند تولد در جهان دیگر و ظهور به‌صورت یک حفره سفید چرخشی باشد . این دو جهان، با یکدیگر تفاوتی از نوع نگاتیف و پوزیتیو عکاسی دارند . ماده در یکی با ضدماده در دیگری تعویض می‌گردد . این حفره سفید، در عمل برعکس سیاه‌چاله بوده و بجای انقباض ؛ به‌انبساط خواهد پرداخت . اگر در جواب این سئوال، که این حفره سفید از کجا آمده است ؟ پاسخ بگوئیم : از جهان قبلی ، خواهیم دید که سلسله جهانهای قبلی بی‌پایان بـوده و هر جهان به‌عنوان یک سیکل عمـل می‌نماید . این عقیده اگرچه ممکن است خیلی خوشایند نباشد ؛ اما می‌تواند از مقدار زیادی حقیقت برخوردار باشد .

نکته دیگری که با کمک ۳ درجه حرارت تشعشات زمینه مشخص گردیده است ؛ غیرچرخشی‌بودن کل جهان کهکشان‌هاست . قبل‌از اکتشاف تشعشعات ۳ درجه حرارت ، تصور می‌شد که جهان با سرعت صدمیلیون سال یکبار به دور خود می‌چرخد . این سرعت به‌نظر آهسته می‌رسد ، اما معنای آن یکصد بار چرخیدن کهکشان ما به‌دور جهان از بدو تولد می‌باشد . امروزه، با کمک طول‌موج هفت سانتی‌متر، مشخص گردیده که جهان نمی‌چرخد . مسئله تبدیل سیاه‌چاله به‌حفره سفید ، درحقیقت مسئله تبدیل نقطه تجمع با پوشش افق اتفاق ؛ به‌نقطه تجمع بـدون این پوشش است . پرشکوه‌ترین واقعه‌ای که بشر درحد اعلای دانش، قادر به‌مشاهده آن خواهد بود .

مسئله عمده دیگر ، عبور ماده منقبض‌شده از دروازه‌های فوق‌فضا و تبدیل آن به‌سیاه‌چاله و خروج ماده از دروازه دیگر و تبدیل آن به‌حفره سفید است . دروازه‌های فوق‌فضا قاعدتا" بسیار کوچک ، یعنی به‌کوچکی ذرات ابتدائی می‌باشند . می‌دانیم که در جهان ، امکان وجود بینهایت ریاضیات و هندسه می‌باشد . مکانیزم مسافرت ماده در دنیائی که خود از جهان‌های بسیار و با هندسه‌های مختلف تشکیل گردیده ، از مشکلاتی است که باید آن را روشن نمود . زیرا ماده (اگر بتوان هنوز آنرا به‌این نام خواند)،باید از دروازه‌های فوق‌فضا گذشته و تا بینهایت کوچک گردد ، تا بتواند در جهان بعدی و با هندسه بعدی ، به‌روش مناسب آن جهان بسط پیدا نماید . ما نیازمند به دانستن قوانین حاکم بر سرنوشت این ماده بسیار فشرده، در حوالی دروازه‌های فوق‌فضا ، می‌باشیم .

بدون‌تردید،قوانینی که ما به‌دنبال آن هستیم با قوانین کنونی ما فاصله بسیار دارند ، اما این قوانین بهرحال وجود می‌دارند . زیرا اگر فوق‌فضا در اغتشاش و آشفتگی کامل نیز بسر برد ، این خود یک‌نوع قانون برای فوق‌فضا محسوب می‌گردد . درحقیقت،به‌نظر می‌رسد که فوق‌فضا برمبنای قوانین احتمالات قرار داشته که این خود ، ما را به‌قلب مشکلات هدایت می‌نماید . در حساب احتمالات،برای محاسبه احتمال آمدن شیر در بازی شیر یا خط (پرتاب سکه)؛به‌این‌ترتیب عمل می‌نمائیم که می‌گوئیم ، اگر تعداد دفعات پرتاب بسیار زیاد شود،تعداد دفعات روءیت شیر به‌پنجاه درصد میل می‌کند . اما در این محاسبات،برای یک پرتاب مشخص هیچ حکمی نمی‌توان نمود .

امروزه مشخص گردیده که زندگی و رفتار ذرات ابتدائی،تحت قوانین احتمالات انجام می‌پذیرند . درواقع،بدون ورود احتمالات در فیزیک ذرات ابتدائی ، فیزیک اتمی از پیشرفت می‌ایستد . مسائل حساب احتمالات،هنوز درخور مطالعات عمیق‌تر و وسیعتر می‌باشند ، شاید آخرین نکته‌ای که اینک بتوان به‌آن اضافه نمود مهمترین آنان باشد . احتمال دارد که هیچیک از پرتاب‌های اولیه شیر نبوده و سکه،همواره از طرف خط به‌روی زمین بنشیند . آیا اگر تعداد پرتاب‌ها به ۵۰ برسد،نیم آن شیر خواهد بود ؟ لزوما"،نه . آیا می‌توان گفت که حداقل A عدد شیر خواهد بود ؟ لزوما"،نه . آیا می‌توان

از مجموع ۵۰ پرتاب سکه، هیچ شیر نداشت؟ بلــه. درباره ۵۰۰ پرتاب چه می‌گوئیم؟ دقیقا" آنچه درمورد ۵۰ پرتاب یا ۵ پرتاب گفته‌ایم، حتی درباره پنج‌هزار یا پنجاه‌هزار پرتاب نیز می‌توان مطلب مشابه‌ای را ادا نمود. در چه‌صورت است کــه ما حتما"، حداقل، قادر به‌روءیت یک شیر می‌باشیم؟ در هنگامی کــه تعداد پرتابها به‌بینهایت برسد. اگر در یک پرتاب، و فقط یک پرتاب، ما بخواهیم حتما" یک شیر داشته باشیم، چه باید کرد؟ باید، بینهایت سکه به‌هوا پرتاب نمود.

این نتیجه، مهم‌تر از آنست کــه بتوان به‌سهولت آنرا برگزار نمود و از کنار آن گذشت. زیرا در دنیــای احتمالات ــ که اینک دیده شده دنیای ما از نوع آن می‌باشد ــ برای اینکه جهانی شبیه به‌جهان کهکشانی ما حداقل یکبار رخ بدهد؛ می‌بایست بینهایت نــوع جهان دیگر در اطــراف پراکنده شده باشند. بینهایت جهان، با بینهایت هندسه مختلف.

هنوز مسائل مختلف دیگری را می‌توان درمورد سرآغاز جهان بیان نمود. اما آنچه گریزناپذیر است این حقیقت است کــه از دوحال خارج نیست؛ یا درآغاز جهان ما، هیچ سرآغازی نبوده، یا آغاز جهان ما خود پایان جهان دیگری بوده است. برای اینکه احتمال دوم را بررسی نمائیــم و ببینیم که آیا سرآغاز جهان ما خود سرانجام جهانی دیگر بوده یا نه؛ می‌بایست از نزدیک مسئله را به‌دقت موردکاوش و جستجو قــرار دهیم. به‌ویژه باید در مورد پایان این جهان، یعنی تنها جهانی که دردسترس داریم، به‌تحقیق بپردازیم. ما باید درباره انتها یا مرگ جهان خود بررسی نموده و از خود بپرسیم؛ پایان آن چگونه خواهد بــود؟ این کاری است که ما در فصل بعد انجام خواهیم داد.

فصل هشتم.

پایان ناگزیر

پایان ناگزیر

پیشگویان بسیاری درباره پایان جهان ، که مانند **شمشیر داموکلس**[1] بالای سر بشر قرار گرفته؛ پیش‌بینی کرده‌اند. در تاریخ بشری،از این‌نوع پیشگوئی‌ها فراوان دیده می‌شود . در بعضی از آنان،بشر و فقط بشر ازبین می‌رود . در برخی دیگر،بشر همراه با تمام جهان هستی نابود می‌شود . در برخی،این نابودی به‌آرامی صورت می‌گیرد و در بعضی دیگر ؛ این نابودی خون‌آلود بوده و با خشونت همراه است . این خشونت،در برخی از داستانها برای تربیت بشر به‌کار می‌رود و در برخی دیگر،برای انتقام . روز نهائی جهان، برای بعضی از پیشگویان به‌اتفاقی خاص وابسته است و در نزد برخی دیگر ؛ فقط به‌اراده شخص یا نیروئی . در بعضی از این پیشگوئی‌ها ، روز آخر جهان مدتها قبل بوده و در برخی دیگر،در آینده است . بعضی از معتقدان این پیشگوئی‌ها،حتی تمام اموال خود را بخشیده و خود را برای روز معهود آماده نموده بودند . طبیعی است که با پایان‌گرفتن روز بازپسین معهود و فرارسیدن شب؛ احساس تلخ باخت در دو جبهه مادی و معنوی می‌بایست بسیار آزاردهنده بوده باشد. برخی از مؤمنان و معتقدان به‌آخرت، موهای سر خود را تراشیده و فقط در فرق سر یک‌رشته موی بلند و بافته نگهداشته بودند،تا به‌راحتی توسط فرشتگان نجات یابند ؛ واقعه‌ای رخ نداد و فرشته‌ای نیز نیامد . پیروان یکی از این مذاهب،به‌ساختن یک داربست بسیار مرتفع چوبی پرداخته و روی آن ایستادند،تا بتوانند هنگامیکه فرشتگان به‌کمک آنان می‌شتابند ؛ کار آنان

1.Damocles

را راحت‌تر نموده و در ارتفاع بیشتری باشند.[1] اجتماع مؤمنان روی داربست چوبی، باعث شد که داربست در زیر بار زیاد آنان درهم شکست و فروریخت؛ بنا به‌گفته یکی از غیرمؤمنان زنده‌مانده؛ درهم‌فروریختن داربست علتی طبیعی داشته است! باری، این واقعاً" پایان جهان بود، اما فقط برای کسانی که آن پیشگوئی را باور نموده و فاجعه را عبادت نمودند.

در این داستانها، مرگ جهان درواقع یک مرگ محلی بوده و بخشی یا تمامی کره زمین را دربر می‌گیرد. این مرگ، به‌معنای مرگ کامل و رفتن به‌عدم نمی‌باشد. برای ما، تجسم حالت عظیم مرگ کامل تمامی وجود اگر غیرممکن نباشد؛ بسیارمشکل می‌باشد. حتی، تجسم مرگ خود ما نیز مشکل است. درواقع، ما چگونه می‌توانیم زمانی را تجسم نمائیم که قادر به‌تجسم هیچ چیز نمی‌باشیم؟ برای تجسم مرگ در بهترین و موفق‌ترین حالت، تصویری از انسانهای زنده که درغیاب ما به‌دنبال کارهای روزانه خود می‌باشند، داریم. نکته مهم اینجاست که، درنظرگرفتن مرگ کامل جهان برای ما غیرممکن است، زیرا درآنصورت، هیچ چیز وجود ندارد تا ما به‌آن بیاندیشیم. درواقع، همانگونه که برای گذاردن پا برای قدم بعدی ناگزیر از داشتن جای پا می‌باشیم؛ برای اندیشیدن نیز نیازمند به‌ماده هستیم. به‌این‌دلیل، ما نظرات خود را برپایه نیستی کامل جهان بنا نخواهیم نهاد و اینطور اندیشه خواهیم نمود که؛ جهان یا حداقل صورتی یا بخشی از جهان به‌وجود خود برای همیشه ادامه خواهد داد.

بسیار ممکن است که ما کاملاً" در اشتباه باشیم. پایان دنیا ممکن است دقیقاً" نابودی کامل باشد؛ بدون هیچگونه چیزی که آنرا ادامه دهد. اما، حتی اگر پایان جهان به‌این‌صورت قطعی و نهائی نیز باشد؛ ما هنوز می‌توانیم در راه فهم چگونگی رسیدن به‌این پایان تلاش نمائیم. مثلاً" بپرسیم، شرایط فیزیکی که قبل از غیب شدن جهان به‌وجود می‌آید چیست؟ بهرحال، ما باید در راه بسط‌تصویر آینده جهان تا سرحد امکان بکوشیم. به‌نظر می‌رسد که ما با استفاده از درک کنونی جهان و آنچه درباره گذشته و حال

1.John Taylor : Black Holes the end of the Universe

می‌دانیم ؛ قادر به‌پیشگوئی محتمل‌ترین آینده می‌باشیم . دراینصورت، ممکن است ما قادر به‌ایفای نقش موءثرتری در سلسله‌وقایعی که به‌سوی نتیجه‌نهائی خویش پیش می‌روند بوده و از محو شدن جهان به‌داخل هیچ، جلوگیری کنیم . به‌این‌ترتیب که ، با بدست‌آوردن کنترل موءثر روی روند طبیعی (طبیعی ؟) حوادث ، از شر این واقعه احتمالی عذاب‌آور خلاص شویم .

از آنجا که در آغاز جهان، ما با فرضیه ایجاد ماده از هیچ مخالفت نمودیم ؛ می‌توانیم از فلسفه‌بافی نامشخص درمورد پایان جهان نیز دست برداشته و برای درک این پایان ، مستقیما" به‌سراغ ماده و خواص آن برویم . ما خود به‌خوبی می‌دانیم که مطالب گفته‌شده ، عدم‌ایجاد جهان از هیچ را اثبات نمی‌کند . درواقع، اثبات عدم‌ایجاد ماده از غیرماده ویا ناماده ، یا به‌بیانی معروفتر از ایده ، امری ناممکن می‌باشد . البته درعین ناممکنی ، بسیار باشکوه می‌بود اگر امکان ایجاد ماده از عدم وجود می‌داشت . البته عکس این قضیه نیز امکان‌پذیر نیست ، یعنی نمی‌توان ثابت نمود که ایده می‌تواند زاینده ماده باشد . درحال‌حاضر ، تمامی آنچه که بشر به‌آن دست یافته این است که، بشر دقیقا" قادر است نشان دهد که پیدائی ماده از غیرماده کم‌احتمال‌ترین حالت جهان و عکس‌آن ؛ یعنی پیدائی ماده از ماده پراحتمال‌ترین حالت جهان می‌باشد .

درمورد مرگ جهان نیز ، رفتن ماده به‌عدم و تبدیل‌آن به‌ناماده درواقع کم‌احتمال‌ترین حالت ممکن بوده و به‌این‌دلیل‌آنرا به‌کنار می‌گذاریم . جهان "خودخلق" ناممکن است ، زیرا هیچ راهی برای مکانیزم خود خلق وجود ندارد تا برطبق آن ؛ زمان ، خلق جهان و خود را که جزئی از جهان است دریابد . بررسی دقیق ، مشکل متشابهی را درمورد جهانی که بطور کامل دست از وجودداشتن برمی‌دارد ؛ نشان می‌دهد . برای‌آنکه مکانیزمی بتواند به‌توقف و نابودی کامل جهان دست یابد ؛ می‌بایست موفق به‌نابودی خود نیز گردد . در تحول خودنابودی ، هیچ مکانیزمی قادر به‌عملکرد صحیح و کامل نخواهد بود و درنتیجه در پایان کار، به‌اتمام آن ، یعنی فرستادن همه جهان به‌دیار عدم (دیار عدم ؟) موفق نخواهد گردید . درست مانند آنکه، ماشین نابودکننده جهان بخواهد خود و کل جهان را به‌غبار بسیار بسیار

لطیف و نرمی تبدیل نماید. در لحظه انفجار غبارساز یا نابودکننده، ماشین در اثر انفجار از کار افتاده و قادر به‌ادامه عمل؛ یعنی خرد نمودن جهان یا خودش نخواهد بود. حتی اگر قبلا" جهان را بطور کامل نابود کرده باشد نیز، قادر به‌ادامه نابودی خویش بطور کامل نبوده و حداقل بخشی از ماشین نابودکننده،از فاجعه نجات خواهد یافت. بنابراین، بیاییم بطور واقع بینانه درمورد پایان کار جهان؛ محو شدن کامل را به‌کناری گذارده و درنظر بگیریم، که چه واقعه دیگری می‌تواند به‌عنوان پایان جهان رخ دهد.

می‌دانیم که کهکشانهای دورشونده هابل، با سرعتی زیادشونده به حرکت خود ادامه می‌دهند. برای این مطلب شواهد تجربی بسیاری نیز موجود است؛ که در قسمتهای پیشین ذکر بعضی از آنان رفته است. قاعدتا" برای چنین جهانی،دو امکان بیشتر موجود نمی‌باشد. نخست آنکه،کهکشانها به‌پرواز دورشونده خود ادامه داده و دورتر و دورتر می‌گردند. حالت دوم آنکه، آهسته‌تر شده و درنهایت توقف خواهند نمود و پس از آن به‌خاطر جاذبه‌شان،روی به‌سوی یکدیگر خواهند آورد. دراین‌مورد یکی از حالات را، که همان غبار شدن و سپس ساختن مجدد جهان باشد، در فصل قبل مورد بررسی قرار داده‌ایم. احتمال دیگر اینست که، کهکشانها سرد و غبار نشده و با سرعتی که دائما" رو به‌تزاید است،به‌یکدیگر نزدیک خواهند گردید. دراینصورت، پس‌از رسیدن به‌نقطه مشترک با سرعتی سرسام‌آور یعنی نزدیک به‌سرعت نور با یکدیگر برخورد نموده و حادثه معکوس انفجار بزرگ رخ خواهد داد؛ درواقع آنان به‌داخل یکدیگر فرو رفته و یک منقبض‌شده جهانی به وجود می‌آورند. یک سیاه‌چاله؟ شاید نیز، یک حفره سفید.

احتمال نخستین، یعنی فرار نهائی کهکشانها از یکدیگر، حالتی است که ما فقط می‌توانیم درنهایت نومیدی شاهد آن باشیم. زیرا با ازدیاد فاصله کهکشان‌ها نسبت به‌ما،به‌سرعت آنان نیز اضافه گشته بطوری‌که نهایتا" سریعتر از نور نسبت به‌ما؛ دور خواهند شد. به‌نظر می‌رسد که تئوری نسبیت خاص اینشتین، به‌چنین امری اجازه وقوع نمی‌دهد. اما درحقیقت، کهکشانهای دوردست در روی فضای بسیار خمیده حرکت می‌کنند. این خمیدگی به‌شدت باعث تخریب فضا و زمان می‌شود. بطوریکه، ناظری که در مکانهای بسیار

دور ایستاده، دارای نرخ بسیار متفاوت گذران زمان نسبت به‌ناظر نزدیک است. ما قبلا" به‌چگونگی این مسئله در نزدیکی سیاه‌چاله‌ها اشاره نموده‌ایم.

پس از آنکه سرعت کهکشانهای دورشونده به‌سرعت نور رسید، ما قادر به‌دیدن آنان نخواهیم بود. به‌نظر می‌رسد که آنان،درمیان افق اتفاق ما ناپدید شده‌اند. به‌این‌ترتیب،کهکشانهای دور، یک‌به‌یک از نظرگاه ما ناپدید می‌گردند. پس از آن،نوبت به‌کهکشانهای نزدیکتر می‌رسد. نهایتا"،ما کاملا" تنها شده و فقط خوشه‌های کهکشانهای محلی در اطراف ما باقی خواهد ماند. حتی اگر کهکشانهای نزدیکتر با سرعت نور از ما دور نشوند؛ درواقع آنقدر واپس خواهند رفت که ما به‌خوبی قادر به‌مشاهده آنها نخواهیم بود. منجمین آینده مجبور می‌باشند که صور مختلف آسمانها را توسط مقدار زیادی عکسهائی که از کهکشانهای دورشونده می‌گیرند،برای روزگار تنهائی خویش حفظ کنند. از هم‌اکنون می‌توان جوامع آتیه را، درحالی‌که در طی مراسم خاص برای یادآوری جهان گذشته به‌نمایش فیلمها و مدارک مذکور می‌پردازند، درنظر مجسم نمود.

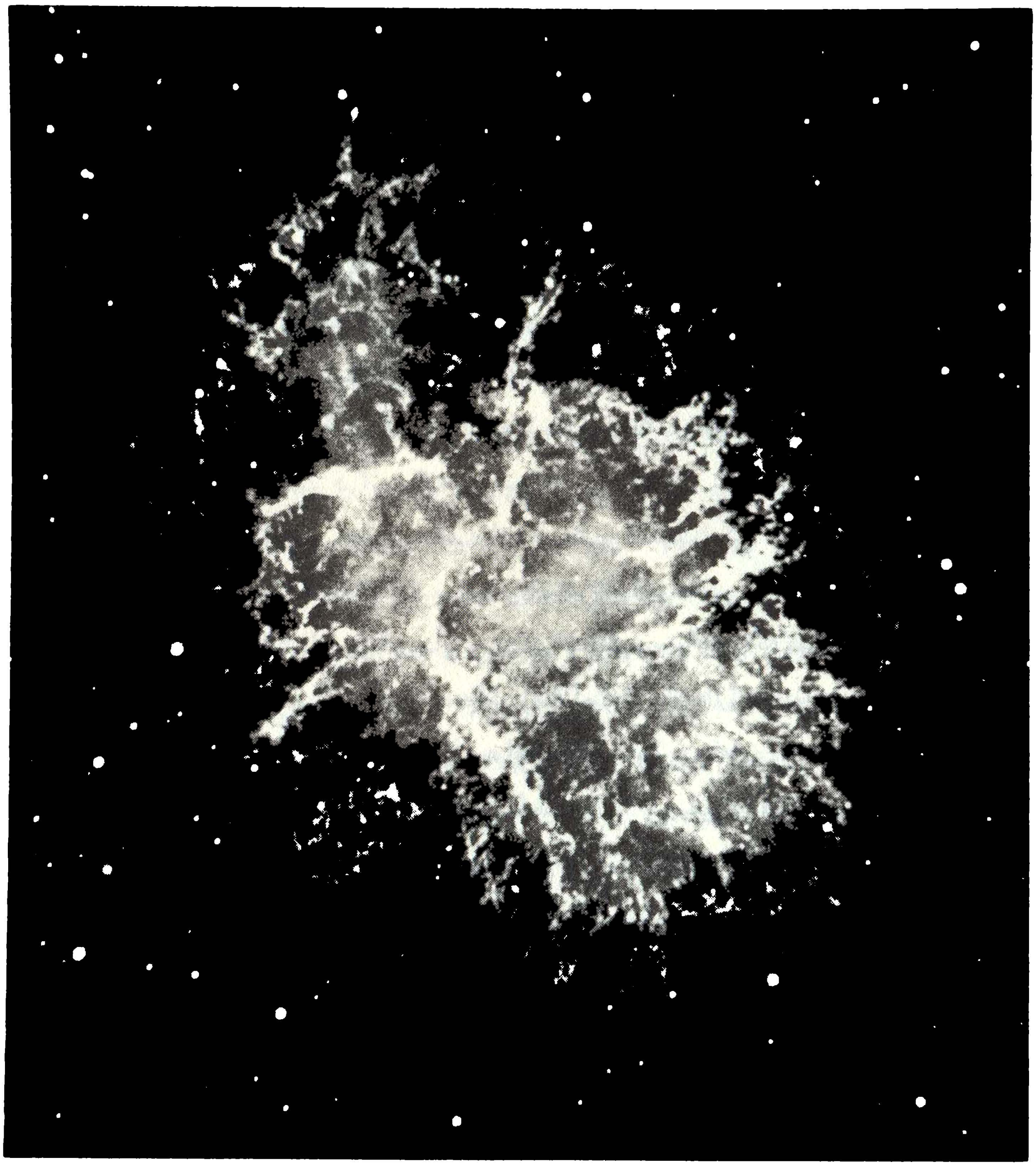
زمان لازم برای ازدست‌دادن مقدار قابل‌توجه کهکشانها، بسیار طولانی است. محاسبات نشان می‌دهند که زمان لازم برای آنکه فاصله کهکشانها نسبت به‌یکدیگر به‌دو برابر مقدار کنونی برسد؛ به‌اندازه عمر کنونی جهان، یعنی دوازده‌میلیاردسال می‌باشد. زمان دوری که بالاخره فراخواهدرسید. زمان به‌جریان خود تا چنین آینده‌ای و هر آینده بعد از آن، که اینک بتوان به‌واسطه واقعه‌ای آنرا آینده نامید، ادامه خواهد داد. یکی از قوانین مهم فیزیک کنونی، بی‌پایان بودن زمان است.

از آنجا که زمان، جرم و فضا هرسه جلوه‌های مختلف یک پدیده واحد هستند؛ برای جرم و فضا نیز پایانی وجود نداشته و به‌این‌ترتیب،در این جهان در انتهای کار هیچ سرانجامی نخواهد بود. اما بگذارید به‌داستان کهکشان‌های دورشونده بازگردیم. کهکشانها می‌توانند به‌خاطر کم شدن انرژی جنبشی خود و نیز به‌خاطر کم شدن وقایع درونی‌شان؛ آهسته‌تر شده و باز هم آهسته‌تر گردند. کهکشان‌های همسایه ما به‌این‌ترتیب پیر و پیرتر گشته؛ تا آنجایی که بالاخره تمامی اجزاء آنان در مسیر تکامل به‌مراحل

انتهائی تکامل ستارگان؛ یعنی کوتوله‌های سفید، ستارگان نوترونی و سیاه‌چاله‌ها تبدیل خواهند شد.

دراین‌صورت، پس از ایجاد فروریزش‌ها و انقباض‌های منطقه‌ای، تمامی اجرام ــ چه کوتوله‌های سفید و چه نوترونی‌ها ــ توسط سیاه‌چاله‌ها بلعیده شده و سیاه‌چاله‌ها نیز به‌یکدیگر خواهند پیوست. به‌این‌ترتیب، ما در کهکشان راه شیری و کلیه اعضاء خوشه‌ای که به‌آن تعلق داریم؛ در سیاه‌چاله مرکزی خود به‌یکدیگر خواهیم پیوست. حدوث چنین رفتاری از جهان، نباید تعجب‌برانگیز باشد. شناختی که ما از سیاه‌چاله‌ها داریم، می‌تواند ما را به چنین پایانی هدایت نماید. درحال‌حاضر، تخمین ایجاد سیه‌چاله‌ها در راه شیری؛ درحدود هفت سیاه‌چاله در سال می‌باشد. اگر ما قادر به‌ترک راه شیری بوده و از سیاه‌چاله‌های آن بگریزیم؛ دیر یا زود در کهکشانی دیگر گرفتار سیاه‌چاله‌های دیگر خواهیم گردید.

البته اگر بشر قادر به‌فرار از کره خاکی خود نباشد؛ با مرگهایی بسیار زودرس‌تر ازبین خواهد رفت. همینجا بگوییم که بشر یا بخش عظیمی از برگزیدگان بشری، با احتمال قریب به‌یقین، به‌زودی کره زمین را ترک خواهند نمود. اما بررسی انواع مختلف این مرگها، حتی به‌صورت فهرست‌وار، خالی از فایده نمی‌باشد. به‌جز تعادل حرارتی منطقه‌ای، که خود مرگی زودرس می‌باشد، مرگ خورشید باعث مرگ ما خواهد شد. در مراحل انتهایی عمر خورشید، تغییرات حرارتی روی زمین آنقدر شدید خواهد بود که باعث از بین‌رفتن زمین و تبخیر آن خواهد شد. به‌غیر از مسائل کیهان، و خطرات فضائی که ناگزیر زمین ما را ازبین خواهند برد؛ فرم خاص زیست ما روی زمین بسیار خطرناک می‌باشد. آلودگی محیط‌زیست، ازدیاد جمعیت و کمبود انرژی، تماما " از تهدیدات براندازی نسل بشر محسوب می‌شوند. البته تمامی این احتمالات درصورتی است که بشر با کمک اقسام سلاحهای مرگبار خودکشی ننماید: بمب‌های هسته‌ای، بمب‌های ذره‌ای، بمب‌های شیمیائی، بمب‌های میکربی، بمب‌های ژنتیکی، بمب‌های لیزری و نوری و در این اواخر؛ بمب‌های ضدماده و بمب‌های سیاه‌چاله. مسئله به‌آن می‌ماند که طبیعت به‌اندازه کافی خطرات مرگبار برای ما؛ در آستین خود ذخیره ننموده و ما ناگزیریم برای



سحابی خرچنگ در صورت فلکی ثور

ازبین‌بردن خود فکر عاجلی بنماییم .

بلعیده شدن توسط سیاه‌چاله،یا تنها شدن در اثر فرار همسایگان ، یکی از دو صورتی است که ما با آن مواجه خواهیم گردید . پس از آن نیز جهان هنوز دارای سرنوشت ، یا درواقع سرگذشت،می‌باشد . منتهی،ما دیگر وجود نداریم تا بتوانیم درباره آن به‌اندازه‌گیری فیزیکی مشغول شویم . نسل بشر بطور کامل ازبین می‌رود ، امـا زندگی دیگری متناسب بـا فرم خاص جهان بعدی به‌وجود خواهد آمـد،که در آن،دانشمندان برای پی بردن به‌خواص محیط اطرافشان بـه‌تلاش برخواهند خاست . و شاید،روزی بتوانند یکـی از امواج رادیوئی ما را دریافت داشته و به‌وجود ما در گذشته دور؛ پی ببرند . بیایید قدری بیشتر دراین‌باره بررسی نماییم .

مرگ دستجمعی بشر ، یـک تراژدی عمیق است . یکی از مهمترین ابعاد این غم بزرگ ، به‌خاطر ازدست‌رفتن پیشرفتهای علمی عظیم بشری است . یعنی،حاصل تلاشهای بزرگ زنان و مردان فداکار و متواضعی که بدون‌کوچکترین چشمداشتی از همنوع خود ؛ به‌خاطر رفاه او و ارضاء دل دردمند خویش ، با این هیولای مهیب پنجه در پنجه افکنده و به‌پیروزی‌هایی رسیده‌اند . این مرگ ممکن است با سلاحهای مرگبار ساخت خود او پیش‌آید ؛ که دراین‌صورت، بدشانسی و بدبختی عظیمی گریبانش را گرفته است . مرگ فردی اگرچه تلخ است ، امـا پذیرفتنی است . چـون بهرحال،هنـوز دیگرانی هستند کـه در آزمایشگاهها و موءسسات علمی دنباله کارها را بگیرند . فرزندان ما هنوز در این جهان هستند و ما همه ، از هر سرزمین و با هر نژاد و فرهنگ ، فرزندان خود را دوست می‌داریم ، بهرحال مـا ، در همجنسان خود به‌نوعـی بقاء دست یافته‌ایم . اما سرد شـدن و به‌تعادل حرارتی رسیدن با محیط سرد و تنهای اطراف ، یـا گیر افتادن به‌چنگال سیاه‌چاله ، مرگی نیست که به‌کسی اجازه باقی‌ماندن دهد . فرارسیدن این مرگ ممکن است میلیاردها سال به طول انجامد ؛ اما بالاخره پیش خواهد آمد . برای بشر ، این قضیه ، نهایت است . حتی اگر بتواند به‌طریقی حریف تمامی خطرات سر راه گردد .

برای ما هنوز راههایی برای فرار از این مرگ وجود دارد . یکی اینکه به فضای خالی مابین کهکشانها فرار کنیم ؛ دراین‌صورت،مشکلات ما در مرحله

اول سرما و تاریکی است . و سپس جذب بسیار آهسته به‌سوی سیاه‌چاله نهائی . برای مقابله با این مشکل ، ما می‌باید قادر باشیم بقدر کافی ماده به‌عنوان ذخیره با خود همراه داشته باشیم، تا بتوانیم خود را گرم کنیم ، شاید با ساختن یک ستاره مصنوعی . اگر ماده‌ای که ما برای این مسافرت در چمدان خود گذاشته‌ایم تمام شود ، آنروز پایان کار فرا رسیده است . شاید ما خوشبخت‌تر از این بوده و بتوانیم به‌کهکشانی که در آن هیچگونه سیاه‌چاله‌ای وجود ندارد بگریزیم . در نهایت، تمامی ستارگان این کهکشان ، کوتوله‌ها و نوترونی‌ها هستند که تا مدتهای مدید ماده برای سوزاندن و گرم شدن در اختیار ما قرار می‌دهند . اما پس از اتمام این ماده ، دیگر کار تمام است .

راه دیگری برای فرار از این خطر وجود دارد و آن ، استفاده از سیاه‌چاله چرخشی است . می‌دانیم که سیاه‌چاله ، خود ، دروازه دنیاهای دیگر است . ما می‌توانیم با ورود به‌نزدیکی نقطه تجمع سیاه‌چاله ، از جهان خود خارج شده و به‌جهان کاملا" جدیدی وارد شویم . مشکلات عظیمی در این راه موجود است، مثلا" ما هنوز از کوچکی دروازه‌های فوق‌فضا بی‌اطلاع می‌باشیم . نشانه‌هائی وجود دارند که دروازه‌های فوق‌فضا حتی به‌اتم‌ها نیز اجازه ورود نمی‌دهند ، بلکه فقط اجزاء اولیه ماده اذن‌دخول دارند . نکته دیگر اینست که ، ما باید نهایت مراقبت را به‌عمل آوریم تا مبادا توسط مرکز مرگبار این حفره دستگیر شویم . پس‌از تمامی این تلاشها ، درصورتیکه موفق شده و وارد جهان بعدی گردیم ــ جهانی کـه کوچکترین اطلاعی از چگونگی وجود آن نداریم ــ تازه ممکن است درنهایت وحشت دریابیم کـه حرکت ما از چاله به‌چاه بوده است . جهان جدید ممکن است مملو از سیاه‌چاله‌ها باشد .

برای انجام ایـن بررسی‌ها ، ما به‌حقایق علمی چندی نیازمندیم . در وهله اول مـا می‌بایست قـادر به‌محاسبه کل انـرژی جهان گردیم ، اگـر ما می‌توانستیم این انرژی را دقیقا" محاسبه نماییم، قادر به‌پیش‌بینی‌های بهتری درمورد پایان جهـان می‌بودیم . تا آنجا کـه فیزیک کنونی اجازه محاسبه می‌دهد ، انرژی‌های جهان از سه‌بخش عمده تشکیل شده‌اند :

الف) انرژی به‌خاطر وجود مـاده در جهان : که خود با معادله معروف برابری جرم و انرژی اینشتین قابل‌محاسبه

است .

ب) انرژی جنبشی کل جهان : که با داشتن جرم و سرعت کهکشانها قابل‌محاسبه است .

ج) انرژی جاذبه‌ای بین ذرات : که با داشتن جرم و فاصله و سرعتهای نسبی قابل‌محاسبه است .

اگر مجموع این انرژی‌ها مثبت باشد، جهان به‌انبساط خود ادامه می‌دهد. احتمال اینکه چنین جهان منبسط پرانرژی، بطور کامل توسط سیاه‌چاله‌ای شکار شود بسیار اندک خواهد بود . اما اگر بخشی یا تمامی این جهان گرفتار سیاه‌چاله گردد ، آنگاه این سیاه‌چاله دارای انرژی مثبت بوده و ممکن است به‌ترتیبی آغاز به‌فعالیت نماید. یکی از این ترتیبات، جذب بارهای الکتریکی مخالف و **انفجار سیاه**[1] است .

اگر مجموع انرژی جهان صفر باشد ، جهان با نیم‌نگاهی به‌سوی اصل دوم ترمودینامیک؛خواهد مرد . یعنی،به‌سوی سکون و تعادل حرارتی خواهد رفت . تنها درصورتیکه مجموع انرژی جهان منفی باشد ، کهکشانها به‌انتهای فنر انبساطی خود رسیده و بازخواهند گشت؛تا مجددا" منقبض گردند . در مورد محاسبه انرژی کل جهان پیشرفتهای زیادی بدست آمده ، اما مسئله هنوز در دست تحقیق است .

اگر جهان نزدیک‌شونده باشد ، حرکت ستارگان به‌سوی یکدیگر باعث انحراف نور به‌سوی آبی خواهد شد و به‌این‌ترتیب ؛ به‌آسمان نور و انرژی بیشتری داده،بطوریکه آسمان حتی در شب نیز به‌روشنی روز خواهد بود . به‌تدریج که کهکشانها به‌یکدیگر نزدیک می‌شوند،زمین و ستارگان بخار خواهند شد ، تمام زیست ازبین خواهد رفت و کم‌کم تمام جهان منقبض خواهد گردید . نیروئی که باعث انقباض جهان خواهد شد ، به‌بزرگی نیروئی است که در مرکز یک ستاره منقبض‌شونده جهانی وجود دارد و به‌این‌ترتیب ؛ هیچ نیروئی نمی‌تواند جلوی حرکت آنرا بگیرد . پس از آن چه خواهد شد ؟

دیدیم که ذرات میکروسکپی ماده به‌نظر بی‌پایان می‌رسیدند ؛ و ماده

1.Black Explosion

همواره اجزاء کوچکتر تشکیل‌دهنده خود را به‌ما نشان داده است. جهان ماکروسکپی هم از سوی دیگر، بی‌پایان به‌نظر می‌رسد. مطلب از این قرار است، همانگونه که در آغاز هیچ سرآغازی نبود، در پایان نیز هیچ سرانجامی نخواهد بود. تصویر جهان بی‌سرآغاز و بی‌سرانجام، به‌خاطر سادگی عمیقش، دلفریب و جذاب می‌باشد. برای بررسی حالت جهان پس از این انقباض، باید اضافه نمود که اندازه‌گیری‌ها باید با واحد طول طبیعی انجام گردند. واحد طول طبیعی بسیار کوچک بوده و درواقع، 10^{-33} سانتی‌متر است. یک‌میلیون‌میلیارد میلیارد میلیاردم سانتی‌متر. این اندازه از روی بی‌اثر گردیدن نیروی جاذبه روی کوچکتر از آن؛ بدست می‌آید. به‌این‌ترتیب به نظر می‌رسد که نیروهای انقباضی نیز قادر به‌فشردن فنر مادی به‌بیش از این مقدار نبوده و پس‌از تراکمی تا این‌حد؛ ماده مجددا" منبسط خواهد گردید. به‌این‌ترتیب است که ماجرای "انقباض ــ انبساط" تکرار خواهد گردید.

محقق است که پایان جهان، هرکدام از حالات مذکور بوده باشد، بشر قادر به‌جان‌دربردن از حالات فشردگی خارق‌العاده یا سرمای شدید نمی‌باشد. حتی ذرات مادی که ما را تشکیل می‌دهند، پروتون‌ها، نوترون‌ها، و الکترون‌ها همراه با همراهان ناپایدار به‌هیجان‌آمده‌ی ضدماده‌ی خود نیز؛ نمی‌توانند حالات شدید فشردگی را تحمل نمایند. اگرچه بسیار بعد از ما زنده می‌مانند، اما بالاخره خواهند مرد، تا دوباره متولد شوند!

مرگ دیگری نیز برای جهان متصور است، که اگرچه کم‌احتمال بوده، اما غیرممکن نمی‌باشد. در هر سیکل جهانی (که دوسر آن می‌تواند سیاه‌چاله‌ها یا حفره‌های سفید، یا ترکیبی از این‌دو باشد و در نیمه‌سیکل آن، می‌تواند انبساط بزرگ قرار داشته باشد) بخشی از انرژی کل جهان به‌پست‌ترین و ضعیف‌ترین نوع یعنی رادیوآکتیو تبدیل گشته و به‌این‌ترتیب؛ در جهان رسوب می‌کند. دراینصورت، پس از طی چندین سیکل، انرژی جهان از نوع پائین بوده و جهان به‌قاعده دوم ترمودینامیک؛ به‌تعادل حرارتی دست خواهد یافت. فضا مملو از غبار سرد رادیوآکتیو رقیق و تاریک گردیده و همه‌جا، دقیقا" مانند یکدیگر شده و هیچ حرکتی به‌هیچ‌صورتی انجام نخواهد گرفت. ماده متلاشی شده و به‌ذرات غیرمتحرک تبدیل می‌شود.

به‌هرصورت جهان ما بر یکی از دوقسم است ، یا به‌گفته اینشتین جهانی بسته است که فضا به‌روی خود خم شده و سیکل تولد و مرگ در این جهان تا ابد ادامه یافته؛و ما در چنین جهان بسته‌ای،هرگز از وجود جهانهای دیگر باخبر نخواهیم گردید . در چنین جهانی ، ما هرگز بـه‌فناناپذیری دست نخواهیم یافت . یا جهان باز بوده ، که تا ابد اجرام آن از یکدیگر دور شده و مرگ سرد قطعی در انتظار مـا می‌باشد . اگر ما درباره هرکدام از حالات فوق اطلاعات بیشتری داشتـه باشیم ؛ قادر خواهیم بـود که روز نهائی را بسیار به‌عقب بیاندازیم . چرا تلاش و مبارزه نکنیم ؟ اگرچه ممکن است در پایان،ناگزیر از اعتراف به‌شکست در مصاف "**پایان‌ناگزیر**" باشیم . اما به‌هیچ وجه مجبور نیستیم پیش‌از موقع و پیش‌از امتحان تمامـی راههای مبارزه و فرار ؛ درمقابل چنگال "**گریزناپذیر**" ، به‌چنین شکستی اعتراف نمائیم .

مجموعهٔ علوم

در این مجموعه منتشر شده:

۱ــ تصویر جهان در فیزیک جدید ماکس پلانک / مرتضی صابر	۱۵۰ ریال
۲ــ کیهانشناسی ویرجینیا تریمبل / م. حیدری خواجه‌پور	« ۷۵
۳ــ مسأله‌های ریاضی: آسان، ولی ... آ.ای. اوستروسکی... / پرویز شهریاری	« ۲۲۰
۴ــ چینن‌باپ (روش محاسبه با انگشتان‌دست) هانگ‌یانگ‌پای / کیومرث پریانی	« ۲۰۰
۵ــ برخی‌کاربردهای مکانیک در ریاضیات و. ا. اوسپنسکی / دکترکاظم ابهری	« ۱۰۰
۶ــ شبه ذرات کاگانف ــ لیف‌شیتس / چرندابی ــ میرشکار	« ۱۷۰
۷ــ کوارکها و لپتونها جرالدفاینبرگ ــ جوگش پاتی / م. حیدری خواجه پور	« ۱۸۵
۸ــ دنیای کربن ایزاک آسیموف / محمدحسین رجحانطلب	« ۳۲۵
۹ــ کهکشان و اخترنما ویلیام جی. کافمن III / فریدالدین امیری	« ۴۵۰
۱۰ــ مواد حیات ایزاک آسیموف / محمد حسین رجحانطلب	« ۳۵۰

مجموعهٔ علوم

نشر گستره
۳۱

قیمت ۳۴۰ ریال